



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 102 322**

⑫ Número de solicitud: 9501411

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: C07K 11/00

⑫

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: 13.07.95

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: 16.07.97

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
16.07.97

⑦ Solicitante/s: Pharma Mar, S.A.  
C/ de la Calera, nº 3  
28760 Tres Cantos, Madrid, ES

⑦ Inventor/es: Giralt Lledo, Ernest;  
Albericio Palomera, Fernando;  
Lloyd-Williams, Paul;  
González Valcárcel, Isabel;  
Jou Prat, Gemma;  
Gómez González, Andrés y  
Manzanares Secades, Ignacio

⑦ Agente: Ungría López, Javier

⑤ Título: Procedimiento de preparación de didemnina A.

⑤ Resumen:

Procedimiento de preparación de didemnina A. Comprende: (a) acoplar las unidades Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH y H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl. HCl en presencia de HBTU y DIEA; (b) desproteger simultáneamente los extremos N- y C-terminal del producto obtenido; (c) ciclar el producto de la etapa (b) empleando el acoplante HBTU y en presencia de HOBT y DIEA, para producir un macrociclo con el N-terminal de la Thr protegido; (d) desproteger dicho grupo y acoplar el macrociclo con Boc-(R)-NMe-Leu-OH para producir la Boc-didemnina A; (e) hacer reaccionar este último producto con ácido trifluoracético para obtener la didemnina A.

La didemnina A tiene aplicación como agente anti-tumoral, antiviral e inmunosupresor.

ES 2 102 322 A1

## DESCRIPCION

Procedimiento de preparación de didemnina A.

### 5 Campo técnico de la invención

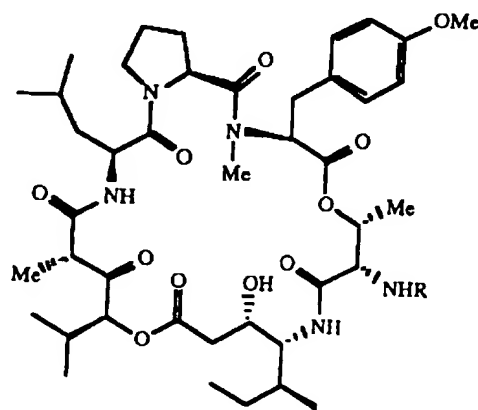
La presente invención se encuadra dentro del campo técnico de los ciclodepsipéptidos.

Más concretamente la presente invención se refiere a la obtención de didemninas, que son una clase  
10 de ciclodepsipéptidos con actividad antitumoral, antiviral e inmunosupresora.

### Estado de la técnica anterior a la invención

Las didemninas son una clase de ciclodepsipéptidos aislados por Rinehart [(1) Rinehart, K.; Gloer, J.;  
15 Cook, J.J. Am. Chem. Soc. 1981, 103, 1857-1859. (2) Rinehart, K.L.; Cook, J.C.; Pandey, R.C.; Gaudioso, L.A.; Meng, H.; Moore, M.L.; Gloer, J.B.; Wilson, G.R.; Gutowsky, R.E.; Zierath, P.D.; Shield, L.S. Pure. Appl. Chem. 1982, 54, 2409-2424] en 1981, de un tunicado del Caribe de la familia Didemnidae, que poseen actividad antitumoral, antiviral e inmunosupresora. Esta familia de ciclodepsipéptidos  
20 tiene numerosos miembros como son las didemninas A, B, C, D y E y las nordidemninas, aisladas de *Trididemnum solidum* (1) y de *Trididemnum cyanophorum* [(1) y (3) Castro, B.; Jouin, P.; Cavé, A.; Dufour, M.; Banaigs, B.; Francisco, C. En "Peptides. Chemistry and Biology. Proceeding of the 10th American Peptides Symposium, (Marshall, G., ed.), ESCOM, Leiden, 1987, pp. 656-657]. Mas recientemente se han aislado las didemninas G, X, Y de *Trididemnum solidum* [(4) Rinehart, K.; Sakai, R.; Stroh, J.U.S. Patente 4,948,791, 1990. (5) Rinehart, K.; Holt, T.; Fregeau, N.; Keifer, P.A.J. Nat. Prod. 1990, 53,  
25 771-792], la didemnina H de *Trididemnum cyanophorum* [(6) Boulanger, A.; Abou -Mansour, E.; Badre, A.; Banaigs, B.; Combaut, G.; Francisco, C. Tetrahedron Lett. 1994, 35, 4345-4348] y la dehidrodidemnina B de *Aplydium albicans* [(7) Schmitz, F.J.; Yasumamoto, T.J.J. Nat. Prod. 1991, 54, 1469-1490].

Las didemninas poseen un macrociclo común que las caracteriza y se diferencian por la cadena lateral  
30 unida al esqueleto del mismo por el extremo amino de treonina. Dicho macrociclo es de 23 miembros y posee 10 centros estereogénicos. Está constituido por seis unidades, tres de ellas son aminoácidos usuales: (S)-treonina, (S)-prolina y (S)-leucina. Contiene un  $\alpha$ -aminoácido modificado (S)-N(Me)-O(Me)-Tyr, un  $\beta$ -aminoácido el ácido, (3S, 4R, 5S)-3-hidroxi-4-amino-metilheptanoico [isostatina (Ist)] y el ácido (2S, 4S)  $\alpha$ -( $\alpha$ -hidroxiisovaleryl) propiónico (Hip). El primer aminoácido de la cadena lateral, (R)-N (Me)-Leu,  
35 es también común a todas ellas. En la fórmula (1.1) se representan algunos de estos compuestos:



1.1.

Didemmina		R
5	1a	H
	1b A	H-(R)-N(Me)-Leu-
	1c B	Lac-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-
	1d C	Lac-(R)-N(Me)-Leu-
10	1e D	(S)-pGlu-(S)-Gln-(S)-Gln-Lac-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-
	1f E	(S)-pGlu-(S)-Gln-(S)-Gln-Lac-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-
	1g G	CHO-(R)-N(Me)-Leu-
	1h H	(S)-pGlu-(S)-Gln-(R)-N(Me)-Leu-
15	1i X	n-C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> CH(OH)-CH <sub>2</sub> CO-[(S)-pGlu] <sub>3</sub> -Lac-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-
	1j Y	n-C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> CH(OH)-CH <sub>2</sub> CO-[(S)-pGlu] <sub>4</sub> -Lac-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-
	1k DDB	Piruv-(S)-Pro-(R)-N(Me)-Leu-

20 Las didemninas A y B, inhiben la replicación de muchos virus DNA así como de RNA in vitro. También muestran una significativa actividad antiviral frente a otros virus, como por ejemplo: varicella, zoster, citomegalovirus, fiebre amarilla, rinovirus equino, coxsackievirus A21, parainfluenza, encefalomyelitis equina venezolana. Son también efectivos in vivo contra infecciones causadas en ratones por herpes simplex vaginal del tipo 2. La didemmina B es más efectiva que la didemmina A, ya que se consiguen los  
25 mismos efectos con concentraciones de 10 a 100 veces menores. [(8) Chung, H.G.; Davies, B.; Hoth, D.; Suffness, M.; Plowman, J.; Flora, K.; Jones, B. Investigational New Drugs 1986, 4, 279-284]. Mejores resultados se han obtenido con dehidrodidemmina B (DDB), su estructura es muy similar a la de didemmina B, solo se diferencia por contener ácido pirúvico en lugar de ácido láctico. Se ha comprobado [(9) Rinehart, K. L.; Goer, J.B.; Hughes, R.G.; Renis, H.E.; McGovern, J.P.; Swynenberg, E.B. Stringfellow, D.A.; Kwentzel, S.L.; Li, L. H. Science 1981, 212, 933-935; (10) Rinehart, K.L.; Sakai, R.; Holt, T.G.; Fregeau, N.L.; Perun, T. J.; Seigler, D. S.; Wilson, G. R.; Shield, L. S. Pure Appl. Chem. 1990, 62, 1277-1280. (11) Montgomery, D.W.; Zukoski, C.F.; Transplantation 1985, 40, 49-56] que su actividad  
30 antiviral en el caso de los virus herpes simplex coxsackievirus es varias veces mayor que en el caso de la didemmina B.

35 La actividad antitumoral presentada por estos compuestos es especialmente prometedora en el caso de didemmina B y de dehidrodidemmina B. Las pruebas realizadas in vivo indicaron que tanto didemmina B como dehidrodidemmina B muestran una potente actividad antitumoral frente a leucemia P388, melanoma B16, sarcoma M5076. La actividad antitumoral de la didemmina B, se ha probado en células  
40 humanas de tumores de mama, ovario, sarcoma, riñón y mesotelioma obteniendo buenos resultados a bajas concentraciones del orden de 0,01 mg/ml para exposiciones continuas [(9), (10) y (11)].

La didemmina B muestra unas potentes propiedades inmunosupresoras, a muy bajas concentraciones (subnano -gramo/ml), inhibe la blastogénesis de linfocitos murina estimulada por concanavalina A, lipopolisacáridos, y aloantígenos [(8)]. Comparada con ciclosporina A y otras drogas, la didemmina B es  
45 de 100 a 1000 veces más potente [(11) y Hossai, M.B.; Van der Helm, D.; Antel, J.; Sheldrick, G.M.; Sanduja, S.K.; Weinheimel, A.J. Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A., 1988, 85, 4118-4122]. Por otra parte, también es capaz de suprimir rechazo en trasplantes realizados in vivo [(12) Stevens, D.W.; Jensen, R.M.; Stevens, L.E.; Transplant. Proc. 1989, 21, 1139-1140. (13) Yuh, D.D.; Zurcher, R.P.; Carmichael, P.G.; Morris, R.E. Transplant. Proc. 1989, 21, 1141].

Debido a los prometedores resultados tanto in vitro como in vivo, la didemmina B ha sido seleccionada para las pruebas clínicas en las fases I y II como candidata a fármaco para diversos neoplasmas en el  
55 National Cancer Institute. [(14) Dorr, T.A.; Kuhn, J.G.; Phillips, J.; von, H.D. Eur. J. Cancer Clin. Oncol. 1988, 24, 1699-1706. (15) Jacobs, A.J.; Blessing, J.A.; Munoz, A. Gynecol. Oncol. 1992, 44, 268-270. (16) Shin, D.H.; Holoye, P.Y.; Murphy, W.K.; Forman, A.; Papasozomenos, S.C.; Hong, W.K.; Raber, M. Cancer Chemother. Pharmacol. 1991, 29, 145-149. (17) Stewart, J.A.; Low, J.B.; Roberts, J.D.; Blow, A. Cancer, 1991, 68, 2550-2554].

#### 60 Descripción detallada de la invención

La presente invención, tal y como se indica en su enunciado se refiere a un procedimiento de prepa-

ración de didemninas, en particular didemmina A.

Concretamente, en esta invención se propone una nueva síntesis de didemmina A y la síntesis de dehidrodidemmina B a partir de ésta. Aunque la síntesis de otros miembros de la familia de las didemninas está descrita [(10), (18) Schmidt, U.; Kroner, M.; Griesser, H.; Tetrahedron Lett. 1988, 29, 3057-3060; (19) Schmidt, U.; Kroner, M.; Griesser, H.; Tetrahedron Lett. 1988, 29, 4407-4408, (20) Schmidt, U.; Kroner, M.; Griesser, H. Synthesis 1989, 832-835, (21) Schmidt, U.; Kroner, M.; Griesser, H. Synthesis 1991, 294-300, (22) Hamada, Y.; Kondo, Y.; Shibata, M.; Shioiri, T.J. Am.Chem. Soc. 1989, 111, 669-673, (23) Ewing, W.R.; Harris, B.D.; Li, W.R.; Joullie, M.M. Tetrahedron Lett. 1989, 30, 3757-3760, (24) Li, W.R.; Harris, B.D.; Joullie, M.M. J. Am. Chem. Soc. 1990, 112, 7659-7672] la síntesis de la presente invención permite obtener el miembro más activo de las didemninas mediante una ruta nueva y práctica.

Dicha ruta sintética se basa en el acoplamiento de las unidades Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH y H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl, utilizando HBTU y DIEA, dando lugar a Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-[Boc-Thr]-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl, precursor lineal protegido al macrociclo de las didemninas.

La unidad Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH se sintetiza a partir de Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-OH y Boc-Thr-OSem que se acoplan, por esterificación, con DCC. El tratamiento de éste dipeptido con fluorhídrico acuoso, al 12%, da lugar a Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH.

La unidad H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl se sintetiza a partir de Boc-Leu-OH y H-Pro-OBzl que se acoplan con DCC y HOBt proporcionando Boc-Leu-Pro-OBzl. La desprotección del extremo amino de este dipéptido con ácido trifluoroacético seguido por el acoplamiento con TBDMS-Hip-OH mediante tratamiento con HBTU, HOBt y DIEA proporciona TBDMS-Hip-Leu-Pro-OBzl. El tratamiento de esta molécula con fluoruro de tetrabutilamonio libera el grupo hidroxilo y su esterificación con Boc-Ist(OTBDMS)-OH mediado por DCC conduce a Boc-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl. El tratamiento de esta unidad con clorhídrico en dioxano da lugar a H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl.

El acoplamiento entre las unidades Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH e H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl dan lugar a Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-[Boc-Thr]-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl. La desprotección simultánea de los extremos N- y C-terminal de esta unidad mediante hidrogenólisis conduce a H-N(Me)-O(Me)-Tyr-[Boc-Thr]-Ist-Hip-Leu-Pro-OH, precursor lineal del macrociclo de las didemninas, con el N-terminal de la Thr protegido con el grupo Boc. La ciclación de este precursor utilizando el agente acoplante HBTU en presencia de HOBt y DIEA conduce al macrociclo de las didemninas, en el que el N-terminal de la Thr está protegido con el grupo Boc. La desprotección del grupo amino de Thr mediante tratamiento con ácido trifluoroacético, seguido por el acoplamiento del macrociclo con Boc-(R)-NMe-Leu-OH conduce a Boc-didemmina A, que después del tratamiento con ácido trifluoroacético, y el acoplamiento con la unidad Pir-Pro-OH da lugar a la dehidrodidemmina B.

#### Modos de realización de la invención

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante el siguiente Ejemplo, el cual no pretende ser limitativo de su alcance.

#### Ejemplo

##### Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-OH

Se disolvió Z-Tyr-OH (3.48 g, 11 mmol) en THF (50 ml) a temperatura ambiente y con una fuerte agitación se adicionó en pequeñas porciones, KOH en polvo (6.20 g, 110 mmol) e hidrogenosulfato de tetrabutilamonio (0.35 g, 10% en peso). A continuación, se añadió Me<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (7 ml, 73.50 mmol) gota a gota durante 15 minutos. Después de 30 minutos, se enfrió la mezcla de reacción a 0°C y se añadió H<sub>2</sub>O (60 ml) manteniéndose la agitación durante 5 horas. Seguidamente, se diluyó la mezcla de reacción con Et<sub>2</sub>O (100 ml) y después de 15 minutos, se separó la fase acuosa de la etérea. Se hicieron extracciones de la fase etérea con disolución saturada de NaHCO<sub>3</sub> (3 x 25 ml), se juntaron las fases acuosas, se llevaron a pH 1.5 con disolución 1 M de KHSO<sub>4</sub> y se extrajeron con AcOEt (3 x 50 ml). Finalmente, se combinaron las fases orgánicas, se secaron sobre Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se filtraron y se eliminó el disolvente obteniéndose Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-OH (3.21 g, 85%) como un aceite que cristalizaba en la nevera. Pf 63°C (lit. <sup>24</sup>: aceite); [α]<sub>D</sub><sup>25</sup>: (2.23 c, CHCl<sub>3</sub>) (lit. <sup>24</sup>: [α]<sub>D</sub><sup>25</sup>: (2.23, CHCl<sub>3</sub>)); IR (sólido) 3300-2800, 2700-2500, 1750, 1700, 1650, 1620, 1520, 1480, 1460, 1400, 1330, 1250, 1190, 1150, 1040, 990, 830, 820 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) 2.79 y 2.86 (3H, s, isóm. rot.), 2.90-3.150 (1H, m), 3.20-3.40 (1H, m), 3.79 (3H,

s), 4.80-4.90 (1H, m), 5.00-5.17 (2H, m), 6.75-6.82 (2H, m), 7.07-7.08 (2H, m), 7.27-7.32 (5H, m);  $^{13}\text{C}$  RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 32.71, 34.26, 34.66, 55.69, 61.08, 67.93, 68.09, 114.47, 128.07, 128.36, 128.47, 128.94, 129.31, 130.29, 159.00, 176.51;  $m/z$  (IQ) 121 (100%), 343  $[(M+\text{NH}_4)^+]$ , 0.4%].

#### 5 BOC-(R)-Leu-OH

Se disolvió (R)-Leu-OH (1 g, 7.63 mmol) en dioxano- $\text{H}_2\text{O}$  (2:1) (30 ml) se añadió una disolución de NaOH 1N (7.03 ml) y a  $0^\circ\text{C}$  se añadió  $\text{Boc}_2\text{O}$  (1.83 g, 8.39 mmol). Después de 24 h a temperatura ambiente se añadió más  $\text{Boc}_2\text{O}$  (0.90 g, 4.19 mmol). Después de 36 horas, se eliminó el disolvente hasta la mitad de su volumen y se enfrió la mezcla de reacción a  $0^\circ\text{C}$  se cubrió con AcOEt (30 ml). Seguidamente, se llevó hasta pH 2-3 con disolución de  $\text{KHSO}_4$  1M. A continuación, se hicieron extracciones de la fase acuosa con AcOEt (3 x 30 ml) y lavados de la fase orgánica con disolución saturada de NaCl (2 x 10 ml). Se secó la fase orgánica sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , se filtró y se eliminó el disolvente obteniéndose Boc-(R)-Leu-OH como un aceite (1.79 g, 98%).  $[\alpha]_D^{+25}$  (c 1, EtOH); IR ( $\text{CHCl}_3$ ) 3500-3200, 3250-3050, 3000-2800, 2700-2400, 1760, 1720, 1660, 1520, 1400, 1370, 1250, 11670, 1120, 1050, 1030  $\text{cm}^{-1}$ ;  $^1\text{H}$  RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 1.78 (6H, d, J = 6), 1.46 (9H, s), 1.60-1.90 (3 H, m), 4.82-4.88 (1H, m);  $^{13}\text{C}$  RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 22.23, 23.32, 25.22, 28.75, 41.99, 52.46, 80.43, 156.00, 177.64;  $m/z$  57  $[(\text{C}_4\text{H}_9)^+]$ , 100%, 130  $[(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2\text{N})^+]$ , 58%, 186  $[(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{N})^+]$ , 14.5%, 231.8  $[(M+H)^+]$ , 0.6%].

#### 20 BOC-(R)-N(Me)-Leu-OH

Se disolvió Boc-(R)-Leu-OH (1.50 g, 6.49 mmol) en THF (40 ml) y con una fuerte agitación se añadió en pequeñas porciones KOH en polvo (3.49 g, 64.90 mmol) e hidrogenosulfato de tetrabutilamonio (0.15 g, 10% en peso). Seguidamente, se inició una fuerte agitación y se añadió gota a gota  $\text{Me}_2\text{SO}_4$  (3.68 ml, 39.58 mmol) durante 15 min. Después de 5 horas, se enfrió la mezcla de reacción a  $0^\circ\text{C}$  y se añadió  $\text{H}_2\text{O}$  (40 ml). Después de 16 h, se añadió  $\text{Et}_2\text{O}$  (90 ml) a la mezcla de reacción. A continuación, se separó la fase acuosa de la etérea y se hicieron lavados de la fase etérea con disolución saturada de  $\text{NaHCO}_3$  (3 x 20 ml). Las fases acuosas se llevaron a pH 3.0-3.5 con disolución de  $\text{KHSO}_4$  1N. Seguidamente, se hicieron extracciones de la fase acuosa con AcOEt (3 x 50 ml). Se secaron las fases orgánicas sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , se filtraron y se eliminó el disolvente obteniéndose BOC-(R)-N(Me)-Leu-OH como un aceite que cristaliza rápidamente (1.48 g, 93%) Pf  $59-61^\circ\text{C}$  (lit.<sup>24</sup>: Pf  $60.5-61.5^\circ\text{C}$ );  $[\alpha]_D^{+22}$  (c 0.5, EtOH) (lit.<sup>24</sup>:  $[\alpha]_D^{+30.7}$  (c 0.5, EtOH)); IR (film) 3400-3000, 3000-2860, 1740, 1700, 1650, 1450, 1400, 1370, 1320, 1250, 1150  $\text{cm}^{-1}$ ;  $^1\text{H}$  RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 0.92-0.97 (6H, m), 1.46 (9H, s), 1.50-1.80 (3H, m), 2.79 y 2.81 (3H, s, isóm. rot.), 4.58-4.68 (1H, m);  $^{13}\text{C}$  RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 21.11, 21.25, 23.24, 24.64, 24.95, 28.33, 30.55, 37.30, 37.79, 56.05, 56.99, 80.36, 80.63, 159.00, 178.00, 178.20;  $m/z$  (IE) 57  $[(\text{C}_4\text{H}_9)^+]$ , 100%, 144  $[(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N})^+]$ , 96.4%, 200  $[(\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_2\text{N})^+]$ , 12%, 245  $[(M)^+]$ , 0.2%].

#### Boc-D-allo-Ile-OH

Se disolvió D-allo-Ile-OH (10 g, 76.3 mmol) en una mezcla de dioxano/ agua (2:1) (300 ml) y a  $0^\circ\text{C}$  se añadió disolución 1N de NaOH (76.3 ml) y  $\text{Boc}_2\text{O}$  (18.32 g, 83.93 mmol). Después de 20 h se añadió más  $\text{Boc}_2\text{O}$  (3.33 g, 15.26 mmol) y tras 36 h se eliminó el disolvente hasta la mitad del volumen. Seguidamente, se diluyó la mezcla de reacción con AcOEt (40 ml) se enfrió a  $0^\circ\text{C}$  y se acidificó hasta pH 3-4 el crudo de reacción con disolución 1M  $\text{KHSO}_4$ . Seguidamente, se hicieron extracciones de la fase acuosa con AcOEt (3 x 50 ml) y se hicieron lavados de la fase orgánica con solución saturada de NaCl (2 x 20 ml). Finalmente, se secó la fase orgánica sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , se filtró y se eliminó el disolvente, se obtuvo un aceite que cristalizaba en la nevera y que corresponde a a Boc-D -allo-Ile-OH (17.62 g, 100%). Pf  $66-68^\circ\text{C}$ ;  $[\alpha]_D^{+15.66}$  (c 1.11,  $\text{CHCl}_3$ ); IR (film) 3500, 3000-2840, 1720, 1710, 1650, 1520, 1500, 1450, 1400, 1370, 1250, 1160, 1080, 1040, 1020, 1000, 940, 900  $\text{cm}^{-1}$ ;  $^1\text{H}$  RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) 0.88-0.99 (6H, m), 1.15-1.60 (2H, m), 1.45 (9H, s), 1.90-2.04 (1H, m), 4.34-4.46 (1H, m), 5.00 (1H, d, J=9), 9.00-9.20 (1H, s);  $m/z$  (IQ) 232.2  $[(M+H)^+]$ , 22%, 249.2  $[(M+\text{NH}_4)^+]$ , 100%; (encontrado: C, 57.6; H, 9.1; N, 6.0).  $\text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{NO}_4$  requiere C, 57.1; H, 9.1; N, 6.0%).

#### (4R,5S)-4-(tert-butoxicarbonilamino)-5-metil-3-oxoheptanoato de metilo

Se disolvió CDI seco (5.52 g, 34.6 mmol) en THF anhidro (5 ml) bajo atmósfera de argón, se enfrió a  $0^\circ\text{C}$ , y se le añadió Boc-D-allo-OH (4.01 g, 17.3 mmol), previamente secada, disuelta en THF anhidro (5x10 ml). Se dejó que el sistema llegara a temperatura ambiente. A las 4h de reacción se enfrió a  $-78^\circ\text{C}$  y se añadió vía cánula el enolato de litio de acetato de metil a  $-78^\circ\text{C}$  (preparación del enolato de litio de acetato de metilo: se añadió AcOMe lentamente durante 1 h 10 min a LDA a  $-78^\circ\text{C}$  bajo atmósfera de argón; formación de LDA: BuLi 1.6M en hexano (37.8 ml, 60.55 mmol) se añadió con cuidado a una solución de  $\text{iPr}_2\text{NH}$  (10.3 ml, 72.66 mmol) en THF anhidro (12 ml) a  $-78^\circ\text{C}$  y bajo atmósfera de

argón, antes de añadir el AcOMe se retiró el balón del baño a  $-78^{\circ}\text{C}$  durante unos 20 segundos. La temperatura del sistema se dejó aumentar hasta  $-10^{\circ}\text{C}$  durante 2 h 15 min, y seguidamente la reacción se paró añadiendo una solución de hidrócloruro amónico sat (100 ml). Se hicieron extracciones con  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (4x50 ml) y después de sucesivos lavados con 5% HCl, 5%  $\text{NaHCO}_3$  y NaCl aq saturado, se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo (4.4 g) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 2:8) aislando el producto puro (3.32 g, 67%) como un sólido, p.f.  $41-43^{\circ}\text{C}$ ; Rf 0.24 (AcOEt: Hexano, 1:4); IR (film,  $\text{CHCl}_3$ ) (max 3480-3200, 3040-2840, 1760, 1730, 1710, 1540-1490, 1470, 1440, 1395, 1370, 1325, 1280-1230, 1170, 790  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  0.79 (3H, d,  $J=7.7\text{Hz}$ , Me-C<sub>5</sub>), 0.97 (3H, t,  $J=9\text{Hz}$ , Me-C<sub>6</sub>), 1.21-1.5 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 1.45 (9H, s, tBuO), 1.85-2.85 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 3.57 (2H, s, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), 3.75 (3H, s, OMe), 4.48 (1H, dd,  $J=8.8\text{Hz}$ ,  $J=3.6\text{Hz}$ , C<sub>4</sub>H), 5.80 (1H, d,  $J=8.8\text{Hz}$ , NH);  $^{13}\text{C}$ -RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  11.86 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub>), 13.87 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>), 26.79 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>), 28.27 (3CH<sub>3</sub>, tBu), 35.98 (CH, C<sub>5</sub>), 46.59 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>), 52.44 (CH<sub>3</sub>, OMe), 62.61 (CH, C<sub>4</sub>), 80 (C, tBu), 155.9 (CO, Boc), 167.5 (CO), 202.4 (CO, cetona);  $m/z$  288 [(M+H)<sup>+</sup>, 24%], 305 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 100%]; encontrado N, 4.78; C, 58.4; H, 9.31; C<sub>14</sub>H<sub>25</sub>NO<sub>5</sub> requiere N, 4.85; C, 58.53; H, 8.77.

#### Boc-Ist-OMe

El éster metílico de (4R, 5S)-4-(tert -butiloxycarbonilamino)-5-metil-3-oxoheptanoat (1.79 g, 6.24 mmol) se disolvió en MeOH (30 ml), se enfrió a  $0^{\circ}\text{C}$  y se le añadió  $\text{KBH}_4$  (1 g, 18.72 mmol). Manteniendo la temperatura a  $0^{\circ}\text{C}$ , después de 13 min se paró la reacción añadiendo 10% HCl gota a gota hasta pH=6. Se hicieron extracciones con Et<sub>2</sub>O (3x50 ml), la fase orgánica se lavó con 10%  $\text{NaHCO}_3$  y NaCl aq saturado, se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un aceite (1.71 g, 95%). Rf 0.4 (AcOEt: Hexano, 4:6);  $[a]_D^{25} -3.4^{\circ}$  (c 1.4,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ); IR (film,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (max 3600-3300, 2967-2878, 1698, 1518, 1439, 1393, 1368, 1252, 1173, 1074, 989, 887, 777  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  0.86 (3H, d,  $J=5\text{Hz}$ , Me-C<sub>5</sub>), 0.92 (3H, t,  $J=7.5\text{Hz}$ , Me-C<sub>6</sub>), 1.09-1.45 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 1.44 (9H, s, tBuO), 1.83-2.0 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 2.41 (2H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), 2.79 (1H, sa, OH), 3.59-3.73 (1H, m, C<sub>3</sub>H), 3.72 (3H, s, Ome), 3.84-3.98 (1H, m, C<sub>4</sub>H), 4.45 (1H, d,  $J=10\text{Hz}$ , NH);  $^{13}\text{C}$ -RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  12.09 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub>), 13.46 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>), 27.45 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>), 28.70 (3CH<sub>3</sub>, tBuO), 34.29 (CH, C<sub>5</sub>), 39.34 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>), 52.15 (CH<sub>3</sub>, OMe), 57.34 (CH, C<sub>4</sub>), 69.40 (CH, C<sub>3</sub>), 79.73 (C, tBuO), 156.63 (CO, Boc), 174.06 (CO);  $m/z$  (IQ) 307 [(M+H)<sup>+</sup>, 28%], 290 [(M+H)<sup>+</sup>, 100%]; encontrado C, 58.1; H, 9.3; N, 4.8.

#### Boc-Ist-OH

Boc-Ist-OMe (0.5 g, 1.73 mmol) se disolvió en dioxano (4 ml), se le añadió 1M NaOH (4 ml). Se dejó a temperatura ambiente durante 50 min. Después, se añadió 1M HCl hasta pH=7 y seguidamente se eliminó el dioxano. Se acidificó con 1M HCl hasta pH=4, se hicieron extracciones del ácido con AcOEt (5x20 ml), se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. Se obtuvo Boc-Ist-OH (442 mg, 93%) en forma de aceite, Rf 0.25 (AcOEt: Hexano, 6: 4);  $[a]_D^{25} -5.2^{\circ}$  (c 2.6,  $\text{CHCl}_3$ ) (lit.<sup>22</sup>,  $-8.7^{\circ}$ , c 2.4,  $\text{CHCl}_3$ ); IR (film,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (max 3600-3200, 300-2850, 1710, 1690, 1525 (ancho), 1460, 1400, 1370, 1260, 1170, 1080, 900  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  0.85 (3H, d,  $J=5\text{Hz}$ , Me-C<sub>5</sub>), 0.90 (3H, t,  $J=7.3\text{Hz}$ , Me-C<sub>6</sub>), 1.15-2.00 (1H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 1.44 (9H, s, isómeros rotacionales, tBuO), 1.8-2.00 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 2.4-2.75 (2H, m, C<sub>2</sub>H), 3.5-3.72 (1H, m, C<sub>3</sub>H), 3.88-4.05 (1H, m, C<sub>4</sub>H), 4.57 (1H, d,  $J=9\text{Hz}$ , isómero rotacional, NH), 5.93 (1H, d,  $J=9\text{Hz}$ , isómero rotacional, NH);  $^{13}\text{C}$ -RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  11.36 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub>), 12.90 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>), 26.72 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 27.93 (3CH<sub>3</sub>, tBuO), 33.54 (CH, C<sub>5</sub>H), 38.35 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), 56.46 (CH, C<sub>4</sub>H), 68.73 (CH, C<sub>3</sub>H), 78.1 (C, tBuO), 155.6 (CO, Boc), 173.35 (CO, COOH);  $m/z$  (IQ) 293 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 100%], 276 [(M+H)<sup>+</sup>, 95%]; encontrado C, 55.7; H, 9.4; N, 4.8; C<sub>13</sub>H<sub>25</sub>NO<sub>3</sub> requiere C, 56.7; H, 9.1; N, 5.1.

#### Boc-Ist(OTBDMS)-OH

##### a) Boc-Ist-OH

(646.5 mg, 2.35 mmol), TBDMS-Cl (1.77 g, 11.75 mmol) e imidazole (2.56 g, 37.6 mmol) se mezclaron con DMF anhidro (0.7 ml), se dejó a temperatura ambiente y con fuerte agitación magnética. A las 18 h de reacción se eliminó la DMF a presión reducida, se añadió AcOEt (30 ml) y se lavó sucesivamente con 10%  $\text{KHSO}_4$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un aceite (1.29 g) correspondiendo al producto bisililado Boc-Ist(TBDMS)-OTBDMS. Rf 0.65 (AcOEt-hexano, 3:7);  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  0.05-0.1 (9H, 3s, 3MeSi), 0.28 (3H, MeSi), 0.82 (9H, s, tBuSi), 0.8-0.95 (6H, m, Me-C<sub>5</sub> y Me-C<sub>6</sub>), 0.93 (9H, s, tBuSi), 1.20-1.44 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 1.42 (9H, s, tBuO), 1.65-1.8 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 2.4-2.65 (2H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), 3.55-3.7 (1H, m, C<sub>3</sub>H), 4.1-4.2 (1H, m, C<sub>4</sub>H), 4.42 (1H, d,  $J=10\text{Hz}$ , NH);  $m/z$  (IQ) 504 [(M+H)<sup>+</sup>, 10%], 522 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 2%], 448 [(M-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sup>+</sup>, 5%], 404 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, 7%], 389 [(M-C<sub>6</sub>H<sub>15</sub>Si)<sup>+</sup>, 5%].

- b) El producto bisililado Boc-Ist(TBDMS)-OTBDMS (1.29 g) se disolvió en dioxano (25 ml) y se le añadió NaOH 0.5M gota a gota hasta pH=10-12. Después de agitar la mezcla durante 2 min, se añadió HCl 1N hasta pH=7. Se eliminó el dioxano y la solución se acidificó con HCl 0.5N hasta pH=4, se hicieron extracciones del ácido con AcOEt (4x20 ml), se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente. El crudo (1.150 g) que se obtuvo se purificó por cromatografía sobre sílica gel (AcOEt-hexano, 1.25:8.75) aislando Boc-Ist(TBDMS)-OH (538 mg, 79%). p.f. 40-45°C. Rf 0.35 en forma de cola (AcOEt-hexano y 1 gota AcOH, 2:8) [ $\alpha_D^{25}$  +1.8° (c 0.8, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (lit.<sup>22</sup>: [ $\alpha_D^{25}$  +1.74, c 2.64, CHCl<sub>3</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3400-3220, 3160-3080, 3020-2840, 1770, 1665, 1090, 1410, 1170, 1260, 1180, 1090, 1005, 945, 840, 680 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d 0.1 (6H, sa, Me<sub>2</sub>Si), 0.82-0.94 (6H, m, Me-C<sub>5</sub> y Me-C<sub>6</sub>), 0.89 (9H, s, tBuSi), 1.20-1.31 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), 1.47 (9H, s, isómeros rotacionales, tBuO), 1.72-1.86 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 2.42-2.65 (2H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), 3.45-3.65 (1H, m, C<sub>3</sub>H), 4.05-4.20 (1H, m, C<sub>4</sub>H), 4.69 (1H, d, J=10Hz, isómero rotacional, NH), 6.75 (1H, d, J=10Hz, isómero rotacional, NH); <sup>13</sup>C-RMN (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d -4.92 (CH<sub>3</sub>, Me-Si), -4.40 (CH<sub>3</sub>, Me-Si), 11.94 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub>), 12.80 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>), 17.75 (C, tBuSi), 25.76 (3CH<sub>3</sub>, tBuSi), 26.95 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>), 28.32 (3CH<sub>3</sub>, tBuO), 34.18 (CH, C<sub>5</sub>), 41.85 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>), 60.13 (CH, C<sub>4</sub>), 70.12 (CH, C<sub>3</sub>), 158.25 (CO, Boc), 174.8 (CO, COOH);  $m/z$  (IQ) 408 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 4%], 390 [(M+H)<sup>+</sup>, 100%].

#### TBDMS-(2RS, 4S)-Hip-OBzl

- Caracterización: Rf 0.39 (AcOEt-hexano, 1:9); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3090-300, 1959-2859, 1750, 1725, 1499, 1456, 1389, 1319, 1254, 1190, 1072, 1007, 958, 839, 779 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d 0.01 (3H, s, MeSi), 0.04 (3H, s, MeSi), 0.92 (9H, s, tBuSi), 0.82-0.95 (6H, m, 2 Me-C<sub>5</sub>), 1.36 (3H, d, J=7.5Hz, Me-C<sub>2</sub>), 1.94-1.12 (1H, m, C<sub>5</sub>H), 3.94-4.07 (2H, m, C<sub>4</sub>H y C<sub>2</sub>H), 5.11 (2H, s, CH<sub>2</sub> benc.), 7.35 (5H, sa, arom.); <sup>13</sup>C-RMN (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d -5.17 y -4.92 (CH<sub>3</sub>, MeSi, 2 diast.), -4.82 y -4.28 (CH<sub>3</sub>, MeSi, 2 diast.), 13.68 y 13.71 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>, 2 diast.), 17.08 y 17.24 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub>, 2 diast.), 18.19 (3 CH<sub>3</sub>, tBuSi), 18.86 y 18.98 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>2</sub>, 2 diast.), 31.51 y 32.38 (CH, C<sub>5</sub>, 2 diast.), 47.16 y 47.41 (CH, C<sub>2</sub>, 2 diast.), 66.86 y 67.06 (CH<sub>2</sub>, benc., 2 diast.), 82.60 y 83.20 (CH, C<sub>4</sub>, 2 diast.), 128.19-128.53 (5CH, m, arom.), 135.28 (C, arom.), 170.11 y 170.31 (CO, 2 diast.), 206.89 y 206.37 (CO, cetona, 2 diast.);  $m/z$  (FAB) 401 [(M+Na)<sup>+</sup>, 10%], 379.2 [(M+H)<sup>+</sup>, 72%], 321.1 [(M-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>+H)-2<sup>+</sup>, 100%], 271.1 [(M-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>O+H)-2<sup>+</sup>, 93%]; HPLC tr 22.1 min en una columna nucleosil C18 (φ=10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min, seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

#### Boc-Thr(Bzl)-OSEM

- En un sistema anhidro, con tamiz molecular activo y bajo atmósfera de argón, se introdujo Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (1.08 g, 14.56 mmol), Boc-Thr(Bzl)-OH (3.07 g, 9.93 mmol) disuelta en DMF (10 ml) y se le adicionó SEM-Cl (2.6 ml, 14.56 mmol) a temperatura ambiente. A las 18 h de reacción se filtró sobre celite, se le añadió H<sub>2</sub>O (20 ml) y se eliminó la DMF a presión reducida. Se hicieron extracciones con AcOEt (5x20 ml) y la fase orgánica se lavó con una solución saturada de NaCl y se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo (3.5 g) que se purificó por cromatografía sobre sílica gel (AcOEt-hexano, 1:9) obteniendo Boc-Thr(Bzl)-OSEM en forma de aceite (2.4 g, 78%) y recuperando Boc-Thr(Bzl)-OH (0.95 g). Rf 0.51 (AcOEt-hexano, 3:7); [ $\alpha_D^{25}$  -1.35° (c 0.67, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3500-3275, 2979-2875, 1721, 1501, 1368, 1250, 1167, 1070 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d 0.02 (9H, s, 3 Me-Si), 0.90-0.99 (2H, m, CH<sub>2</sub>-Si), 1.31 (3H, d, J=6.3Hz), 1.49 (9H, s, tBu), 3.65-3.72 (2H, m, CH<sub>2</sub>-O), 4.12-4.25 (1H, m), C(H), 4.3-4.41 (1H, m), C(H), 4.39-4.63 (2H, m, benc.), 5.28-5.34 (3H, m, O-CH<sub>2</sub>-O, NH), 7.29-7.33 (5H, ar.); <sup>13</sup>C-RMN (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d -1.51 (3 CH<sub>3</sub>, Me-Si), 16.23 (CH<sub>3</sub>, C<sub>9</sub>), 17.89 (CH<sub>2</sub>, C-Si), 28.26 (3CH<sub>3</sub>, tBu), 58.28 (CH, C<sub>6</sub>), 68.04 (CH<sub>2</sub>, C-O), 70.86 (CH<sub>2</sub>, benc.), 74.56 (CH, C<sub>4</sub>), 79.81 (C, tBu), 89.83 (CH<sub>2</sub>, O-C-O), 127.15-127.31 (5CH, ar), 137.83 (C, ar), 156.09 (CO, Boc), 170.79 (CO);  $m/z$  (IQ) 457 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 100%], 440 [(M+H)<sup>+</sup>, 48%]; HPLC tr 22.3 min en una columna nucleosil C18 (φ=10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

#### Boc-Thr-OSEM

- Boc-Thr-OSEM (950 mg, 2.16 mmol) disuelto en MeOH (10 ml) se añadió a una suspensión de 10% Pd-C (146 mg) en MeOH (25 ml) bajo atmósfera de N<sub>2</sub>. Se cambió la atmósfera de N<sub>2</sub> por H<sub>2</sub> y después se purgó el sistema. Después de 60 min, se filtró sobre celite, se lavó con MeOH y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un aceite (730 mg, 97%) correspondiendo a Boc-Thr-OSEM que no se purificó. Rf 0.30 (AcOEt-hexano, 3:7); [ $\alpha_D^{25}$  -8.4° (c 1.03, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3550-3350, 2979-2880, 1719, 1508, 1368, 1250, 1165, 1113 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) d 0.02 (9H, s, Me<sub>3</sub>Si), 0.92-1.01 (2H,

M, CH<sub>2</sub>Si), 1.27 (3H, d, J=6.3 Hz, Me-C<sub>6</sub>), 1.45 (9H, s, tBu), 3.69-3.77 (2H, m, CH<sub>2</sub>-O), 4.22-4.41 (2H, m, C<sub>α</sub>H, C<sub>β</sub>H), 5.36-5.38 (3H, m, O-CH<sub>2</sub>-O, NH); <sup>13</sup>C-RMN (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ -1.46 (3 CH<sub>3</sub>, MeSi), 17.98 (CH<sub>2</sub>, C-Si), 19.94 (CH<sub>3</sub>, C<sub>γ</sub>), 28.27 (3 CH<sub>3</sub>, tBu), 58.47 (CH, C<sub>6</sub>), 68.13 (CH, C<sub>α</sub>), 68.18 (CH<sub>2</sub>, C-O), 80.01 (C, tBu), 89.89 (CH<sub>2</sub>, O-C-O), 157.06 (CO, Boc), 171.14 (CO); m/z (IQ) 367 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 100%], 350 [(M+H)<sup>+</sup>, 25%]; HPLC tr 19.5 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B. (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

*Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]-OSEM*

10 Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-OH (191.7 mg, 0.56 mmol), Boc-Thr-OSEM (150 mg, 0.43 mmol) y DMAP (15.3 mg, 0.12 mmol) se disolvió en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (250 ml), se enfrió el sistema a -10°C y se le añadió DCC (120.5 mg, 0.559 mmol) en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (250 ml). Se dejó a temperatura ambiente durante 15 h. A continuación se enfrió el sistema, se le añadió CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (5 ml) y se filtró en frío, se lavó con CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> frío (10 ml) y la  
15 fase orgánica se lavó sucesivamente con soluciones de 5% KHSO<sub>4</sub>, 5% NaHCO<sub>3</sub> y solución saturada de NaCl. Se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente y el crudo que se obtuvo (310 mg) se purificó por cromatografía sobre sílica gel (AcOEt-hexano, 1.7:8.3) aislando Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]-OSEM (186 mg, 65%) en forma de aceite. Rf 0.36 (AcOEt-hexano, 2:8); [α]<sub>D</sub> -1.3° (c 1.16, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3450-3050, 2957-2838, 1742, 1705, 1613, 1586, 1514, 1454, 1402, 1308, 1248, 1180, 1142,  
20 1109, 1034 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN-(200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.03 (9H, s, Me<sub>3</sub>Si), 0.91-1.00 (2H, m, CH<sub>2</sub>-Si), 1.31 (3H, d, J=6.3 Hz, Me-C<sub>6</sub> Thr), 1.46 (9H, s, tBu), 2.73 y 2.81 (3H, NMe, isómeros rotacionales), 2.85-3.04 (1H, m, C<sub>β</sub> Tyr), 3.10-3.30 (1H, m, C<sub>β</sub> Tyr), 3.65-3.79 (2H, m, CH<sub>2</sub>O), 3.78 (3H, s, MeO), 4.43-4.51 (1H, m, C<sub>α</sub>H Thr), 4.69-4.88 (1H, m, C<sub>α</sub>H Tyr), 5.06-5.40 (5H, m, 2H benc., O-CH<sub>2</sub>-O, NH), 5.40-5.52 (1H, m, C<sub>β</sub>H Tyr), 6.75-6.81 (2H, m, ar. Tyr), 6.99-7.71 (2H, m, ar. Tyr), 7.31-7.32 (5H, ar.); <sup>13</sup>C-RMN  
25 (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ -1.46 (3 CH<sub>3</sub>, Me-Si), 16.74 y 17.01 (CH<sub>3</sub>, Me Thr, isómeros rot.), 17.95 (CH<sub>2</sub>, C-Si), 28.24 (3 CH<sub>3</sub>, tBu), 31.64 y 32.19 (CH<sub>3</sub>, NMe, isómeros rot.), 33.86 y 34.17 (CH<sub>2</sub>, C (Tyr, isómeros rot.), 55.14 (CH<sub>3</sub>, OMe), 56.88 y 57.05 (CH, C<sub>γ</sub> Thr, isómeros rot.), 67.28 y 68.24 (2 CH<sub>2</sub>, benc., C-O), 71.52 y 71.74 (CH, C<sub>α</sub> Thr, isómeros rot.), 80.21 (C, tBu), 90.40 (CH<sub>2</sub>, O-C-O), 113.88 (2 CH, CArH Tyr orto al OMe), 127.62-128.79 (5CH, CArH Bzl), 129.40-129.80 (2 CH, CArH Tyr meta al  
30 OMe), 138.67 (C, CAr Bzl), 137.84 (C, CAr Tyr), 138.53 (CO, Boc), 158.31 (CO, Z), 169.59 y 169.72 (2 CO); m/z (FAB) 697 [(M+Na)<sup>+</sup>, 17%], 675 [(M+H)<sup>+</sup>, 5%], 561 [(M-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>+Na)-2<sup>+</sup>, 22%], 545 [(M-Me<sub>3</sub>SiCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>+H)-<sup>+</sup>, 13%], 517 [(M-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>OCO+Na)-<sup>+</sup>, 65%]; HPLC tr 21.4 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B. (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036%  
35 TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

*Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]-OH*

Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]-OSEM (358 mg, 0.519 mmol) se disolvió en MeCN (2.767 ml) y se  
40 enfrió a -25°C. Se le añadió gota a gota una solución de 15% HFAq en MeCN (1.383 ml) previamente enfriada a -25°C y la temperatura del sistema se mantuvo a -15°C durante 7 h. Después se le añadió una solución previamente enfriada de 10% KHSO<sub>4</sub> (18 ml) y AcOEt (15 ml), y antes de extraer con más AcOEt se neutralizó la fase acuosa con una solución saturada de NaHCO<sub>3</sub> hasta pH 4. Se hicieron extracciones con AcOEt (4x20 ml), se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente, obteniendo un crudo  
45 Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-OH (203.6 mg, 72%) en forma de un sólido blanco. Rf 0.21 (AcOEt-hexano, 6:4); [α]<sub>D</sub> -20.5° (c 2, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3450-3350, 3075-3020, 2979-2825, 1715, 1613, 1514, 1456, 1402, 1368, 1248, 1165, 1061, 1036 cm<sup>-1</sup>; <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (3H, d, J=6.5 Hz, Me Thr), 1.45 (9H, s, tBu), 2.74 y 2.75 (3H, s, NMe, isómeros rot.), 2.76-3.31 (2H, m, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 3.77 (3H, s, OMe), 4.42-4.52 (1H, m, C<sub>α</sub>H Thr), 4.66-4.83 (1H, m, C<sub>α</sub>H Tyr), 5.01-5.16 (2H, m, benc.), 5.30-5.53 (2H, m, NH Boc, C<sub>β</sub>H Thr) 6.72-6.81 (2H, m, CArH Tyr), 6.95-7.09 (2H, m, CArH Tyr), 7.35 (5H, CArH);  
50 <sup>13</sup>C-RMN (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 16.44 y 16.82 (CH<sub>3</sub>, Me Thr), 28.23 (CH<sub>3</sub>, tBu), 31.71 y 31.97 (CH<sub>3</sub>, NMe), 33.82 y 33.68 (CH<sub>2</sub>, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 55.14 (CH<sub>3</sub>, OMe), 56.87 y 56.75 (CH, C<sub>γ</sub> Tyr), 60.58 y 60.39 (CH, C<sub>α</sub>H Tyr), 67.51 y 67.76 (CH<sub>2</sub>, benc.), 71.83 y 72.47 (CH, C<sub>α</sub> Thr), 80.40 (C, Boc), 113.91 (2 CH, CArH Tyr orto al OMe), 127.59-128.69 (5 CH, CArH Bzl), 129.77 (2 CH, CArH Tyr meta al OMe), 236.42 (C, CAr Bzl), 156.00 y 156.19 (2 C, CAr Tyr), 156.71 (CO, Boc), 158.31 (CO, Z), 159.47 (CO), 169.78 (CO);  
55 m/z (FAB) 567.1 [(M+Na)<sup>+</sup>, 46%], 545.1 [(M+H)<sup>+</sup>, 7%], 445.1 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>+H)-<sup>+</sup>, 100%]. HPLC tr FALTA, min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B. (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.  
60



*Boc-Leu-Pro-OBzl*

Pro-OBzl.HCl (7.3 g, 0.030 mol) se disolvió en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (25 ml) y se le añadió NMM (4.63 ml, 0.0620 mol) a 0°C. Después de 10 minutos y con fuerte agitación magnética se añadió Boc-Leu-OH (3 g, 0.012 mol), DCC (3.22 g, 0.0156 mol) y HOBt (1.82 g, 0.0132 mol). Se dejó que la temperatura del sistema subiera de 0°C a temperatura ambiente y a las 18 h de reacción se enfrió el crudo a -10°C, se filtró, se eliminó el CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> y se redisolvió en AcOEt (80 ml). Después de sucesivos lavados con soluciones de 10% KHSO<sub>4</sub>, 10% NaHCO<sub>3</sub> y NaCl saturado, la fase orgánica se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo (9.65 g) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 1.5:8.5), aislándose Boc-Leu-Pro-OBzl (3.64 g, 72%) en forma de aceite. Rf 0.41 (AcOEt-hexano, 3:7) [a]<sub>D</sub> -64.7° (c 2, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3450-3305, 2957, 2871, 1746, 1709, 1651, 1501, 1429, 1391, 1366, 1250, 1169, 1045, 1022 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.90 (3H, d, J=6.6 Hz, Me Leu), 0.96 (3H, d, J=6.5 Hz, Me Leu), 1.42 (9H, s, tBu), 1.65-1.92 (3H, m, C<sub>γ</sub>H Leu, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Leu), 1.92-2.28 (4H, m, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>γ</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.50-3.80 (2H, m, C<sub>δ</sub>H<sub>2</sub> Pro), 4.32-4.54 (1H, m, C<sub>α</sub>H Leu), 4.54-4.75 (1H, m, C<sub>α</sub>H Pro), 5.05-5.23 (3H, CH<sub>2</sub> benc., NH Boc), 7.34 (5H, Ar); <sup>13</sup>C-RMN (50 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 22.19 (CH<sub>3</sub>, Cd Leu), 23.89 (CH<sub>3</sub>, Cd Leu), 24.99 (CH, C<sub>γ</sub> Leu), 25.38 (CH<sub>2</sub>, C<sub>γ</sub> Pro), 28.83 (3 CH<sub>3</sub>, tBu), 29.45 (CH<sub>2</sub>, C<sub>β</sub> Pro), 42.46 (CH<sub>2</sub>, C<sub>β</sub> Leu), 47.18 (CH<sub>2</sub>, C<sub>δ</sub> Pro), 50.72 (CH, C<sub>α</sub> Leu), 59.31 (CH, C<sub>α</sub> Pro), 67.39 (CH<sub>2</sub>, benc.), 79.99 (C, tBu), 128.66-129.04 (5 CH, 3 s, 2 CArH orto, 2 CArH meta, CArH para), 136.1 (C, CAr), 156.2 (CO, BOC), 172.32 (2 CO); m/z (FAB) 453.3 [(M+Cl)<sup>-</sup>, 3%], 419.3 [(M+H)<sup>+</sup>, 39%], 363.3 [(M-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>+H)<sup>+</sup>, 45%], 319.1 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, 72%].

*H-Leu-Pro-OBzl. CF<sub>3</sub>OOH*

Boc-Leu-Pro-OBzl (2.253 g, 5.39 mmol) se trató con 60% TFA en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> durante 2 h 15 min a temperatura ambiente. Se evaporó a sequedad y se hicieron coevaporaciones con éter anhidro. Se obtuvo H-Leu-Pro-OBzl. CF<sub>3</sub>OOH (2.265 g, 99%) en forma de aceite. m/z 319 (M<sup>+</sup>, 100%)

*TBDMS-Hip-Leu-Pro-OBzl*

TBDMS-Hip-OBzl (1.399 g, 3.696 mmol) se disolvió en THF (9 ml) y se añadió a una suspensión de 10% Pd-C (235 mg) en THF (5 ml) bajo N<sub>2</sub>. Se cambió la atmósfera inerte por H<sub>2</sub> y se purgó el sistema. Después de 2 horas a temperatura ambiente, el sistema se enfrió a -20°C y el crudo de hidrogenolisis se filtró a través de celite, y se lavó con THF (20 ml). Las aguas de filtración se recogieron directamente sobre HBTU (1.467 g, 3.881 mmol) y HOBt (0.509 g, 3.696 mmol) a -10°C, y a continuación se le añadió DIEA (628 ml, 3.696 mmol). Después de 3 minutos se le añadió H-Leu-Pro-OBzl.CF<sub>3</sub>OOH (2.15 g, 4.989 mmol) disuelto en THF (6.5 ml) y DIEA (1.487 ml, 8.685 mmol). El sistema se mantuvo a -5°C durante 3h. Después se dejó a temperatura ambiente 16 h. Se eliminó el THF y el residuo se disolvió en AcOEt (50 ml), se lavó con soluciones de 5% KHSO<sub>4</sub>, 5% NaHCO<sub>3</sub> y NaCl saturado, se secó con MgSO<sub>4</sub> y se evaporó a sequedad. El crudo que se obtuvo (2.52 g) se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 3:7) aislando TBDMS-Hip-Leu-Pro-OBzl como mezcla diastereoisomérica (diast. A: diast. B, 1:1) (1.793 g, 83%) en forma de aceite que posteriormente solidificó. Rf 0.35 y 0.29 (AcOEt-hexano, 4:6); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3295 (ancho), 3060 y 3040 (débiles), 2957, 2934, 2880, 2858, 1736, 1634, 1528, 1454, 1387, 1252, 1171, 1070 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (300 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.01-0.03 (6H, 2 sa, 2 Me-Si), 0.85-0.97 (12H, md, 2 Me Leu, 2 Me Me-C<sub>5</sub> Hip), 0.92 y 0.93 (9H, s, tBu), 1.33 (3H, J=7Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip, diast. A), 1.37 (3H, J=7Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip, diast. B), 2.40-2.65 (3H, m, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Leu, C<sub>γ</sub>H Leu), 1.92-2.28 (4H, C<sub>β</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>γ</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.64-3.76 (1H, m, C<sub>α</sub>H Pro), 4.69-4.82 (1H, m, C<sub>α</sub>H Leu), 5.05-5.24 (2H, sist. AB, benc.), 6.73 (1H, d, J=9 Hz, NH Leu, diast A), 6.98 (1H, d, J=9 Hz, NH Leu, diast B), 7.34 (5H, sa, Ar); <sup>13</sup>C-RMN (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ -5.24 (CH<sub>3</sub>, MeSi), -4.81 (CH<sub>3</sub>, Me-Si), 15.70 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 17.43 y 17.57 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 18.84 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>2</sub> Hip), 21.48 y 21.61 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 18.053 (C, tBu-Si), 23.28 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 24.43 y 24.55 (CH, C<sub>γ</sub> Leu), 24.76 (CH<sub>2</sub>, C<sub>γ</sub> Pro), 25.68 (3 CH<sub>3</sub>, tBu), 28.87 (CH<sub>2</sub>, C<sub>β</sub> Pro), 31.36 y 31.77 (CH, C<sub>5</sub> Hip), 41.27 y 41.67 (CH<sub>2</sub>, C<sub>δ</sub> Pro), 48.68 y 48.55 (CH, C<sub>2</sub> Hip), 48.89 (CH, C<sub>α</sub> Leu), 58.71 (CH, C<sub>α</sub> Pro), 66.84 (CH<sub>2</sub>, benc.), 83.84 y 83.29 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 128.09-128.47 (5 CH CAr), 135.40 (C, CAr), 169.24 (CO), 170.67 y 170.89 (CO), 171.16 y 171.20 (CO), 209.11 y 211.62 (CO, cetona); m/z (IQ) 589 [(M+H)<sup>+</sup>, 100%]; HPLC tr 22.7 min en una columna nucleosil C18 (φ=10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

*H-Hip-Leu-Pro-OBzl*

TBDMS-Hip-Leu-Pro-OBzl (0.908 g, 1.544 mmol) y TBAF (1.027 g, 3.242 mmol) previamente secados, se disolvieron en THF anhidro (17 ml) a temperatura ambiente. Después de 30 minutos se paró la

reacción añadiendo H<sub>2</sub>O (30 ml). Se hicieron extracciones con AcOEt (4x40 ml) y se lavó la fase orgánica con una solución saturada de NaCl, se secó y se eliminó el disolvente. El crudo que se obtuvo se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 4:6) aislando la mezcla diastereoisomérica (A:B, 1:1) de H-Hip-Leu-Pro-OBzl (708.4 mg, 97%) en forma de un sólido blanco. Rf 0.37 y 0.20 (AcOEt-hexano, 1:1); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3450-3293, 3060 y 3040 (débiles), 2961, 2946, 2883, 2852, 1746, 1632, 1533, 1454, 1357, 1387, 1265, 1173, 1095, 1045, 1018 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.71 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip, diast. B), 0.81 (3H, d, J=6.5 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip, diast. A), 0.88 (3H, d, J=6.5 Hz, Me Leu, diast. A), 0.91 (3H, d, J=6.5 Hz, Me Leu, diast. A), 0.94 (3H, d, J=6.5 Hz, Me Leu, diast. B), 0.99 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip, diast. A), 1.07 (3H, d, J=6.5 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip, diast. B), 1.43-1.52 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Leu), 1.60-1.66 (1H, m, C<sub>9</sub>H Leu), 1.93-1.20 (3H, m, C<sub>9</sub>H<sub>2</sub> Pro, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.12-2.23 (2H, m, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>5</sub>H Hip), 3.53-3.58 (1H, m, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.65 (1H, q, J=7 Hz, C<sub>2</sub>H Hip, diast. B), 3.67-3.73 (1H, m, 1H C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.89 (1H, q, J=7 Hz, C<sub>2</sub>H Hip, diast. A), 3.96 (1H, d, J=4 Hz, C<sub>4</sub>H Hip, diast. A), 4.22 (1H, d, J=4 Hz, C<sub>4</sub>H Hip, diast. B), 4.54-4.56 (1H, m, C<sub>6</sub>H Pro), 4.58-4.62 (1H, m, C<sub>6</sub>H Leu, diast. A), 4.69-4.73 (1H, m, C<sub>6</sub>H Leu, diast. B), 5.05-5.18 (2H, 4sa, sist. AB, benc.), 6.57 (1H, d, J=8.5 Hz, NH Leu, diast. A), 6.63 (1H, d, J=8.5 Hz, NH Leu, diast. B) <sup>13</sup>C-RMN (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 14.06 y 14.26 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 15.85 y 16.48 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 20.07 y 20.53 (CH<sub>3</sub> Me Leu), 22.02 y 22.25 (CH<sub>3</sub> Me Leu), 25.37 (CH, C<sub>9</sub> Leu), 25.46 (CH<sub>2</sub> C<sub>9</sub> Pro), 29.45 y 29.53 (CH<sub>2</sub> C<sub>6</sub> Pro), 31.59 y 32.09 (CH, C<sub>5</sub> Hip), 41.13 y 42.29 (CH<sub>2</sub> C<sub>4</sub> Pro), 49.93 (CH, C<sub>6</sub> Pro), 50.91 y 51.02 (CH, C<sub>2</sub> Hip), 59.52 (CH, C<sub>6</sub> Leu), 67.60 (CH<sub>2</sub>, benc.), 81.02 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 128.78-1.29.2 (5 CH, CAr), 169.48 (CO), 171.58 (CO), 172.17 (CO), 209.76 (CO, cetona); m/z (IQ) 492 [(M+NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, 100%], 475 [(M+H)<sup>+</sup>, 61%]; HPLC: tr 17.5 y 16.5 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

#### 25 Boc-Ist(TBDMS)-Hip-Leu-Pro-OBzl

##### Método I

En un micro reactor se disolvió Boc-Ist(TBDMS)-Hip-Leu-OH (10 mg, 15.69 mmol) en DMF anhidro (20 ml), se enfrió a -20°C y bajo atmósfera de argón se le añadió HOBt (2 mg, 15.69 mmol), HBTU (6 mg, 15.69 mmol) en DMF (40 ml) y DIEA (2.7 ml, 15.69 mmol) en DMF (12 ml) Después de 3 minutos a -15°C se añadió ProOBzl.HCl (8 mg, 29.81 mmol) en DMF (18 ml) y DIEA (6.7 ml, 47.07 mmol) en DMF (36 ml). La temperatura del sistema se dejó subir hasta temperatura ambiente y a las 4 horas se paró la reacción. Se añadió AcOEt (10 ml) y se hicieron sucesivos lavados con 5% KHSO<sub>4</sub>, 5% NaHCO<sub>3</sub> y solución saturada de NaCl, la fase orgánica se secó y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo (15 mg) que se purificó por cromatografía sobre sílica (MeOH-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 0.5:9.5) aislando la mezcla diastereoisomérica de BOC-Ist(TBDMS)-Hip-Leu-Pro-OBzl (11 mg, 84%).

##### Método II

H-Hip-Leu-Pro-OBzl (194.6 mg, 0.410 mmol), Boc-Ist(TBDMS)-OH (149 mg, 0.384 mmol) y DMAP (16 mg, 0.134 mmol) se disolvió en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> anhidro (746 ml) bajo atmósfera inerte. Se enfrió entre -5°C y -10°C y se le adicionó gota a gota DCC (95 mg, 0.461 mmol) en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (154 ml) durante 15 minutos. La temperatura del sistema se mantuvo entre -10°C y -5°C durante 5 horas y a 2°C durante 12 horas. El crudo se enfrió y se filtró, se lavó con disolución saturada de NaCl y se eliminó el disolvente; el residuo obtenido se volvió a disolver en AcOEt (40 ml) y se hicieron sucesivos lavados con soluciones de 5% KHSO<sub>4</sub>, 5% NaHCO<sub>3</sub> y NaCl saturado. Se secó la fase orgánica y se eliminó el disolvente obteniéndose un crudo (412 mg) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 3:7) aislando la mezcla diastereoisomérica de Boc-Ist(TBDMS)-Hip-Leu-Pro-OBzl (220 mg, 78%). Rf 0.44 y 0.14 (AcOEt-hexano, 3.5:6.5); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3365-3200, 3069 y 3038 (débiles), 2959, 2930, 2882, 2857, 1746, 1688, 1640, 1533, 1456, 1389, 1258, 1171, 1086, 995 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.01 y 0.03 (3H, s, Me-Si, diast. A y B), 0.05 y 0.07 (3H, s, Me-Si, diast. A y B), 0.77-1.03 (18H, m, 2 Me-C<sub>5</sub> Hip, Me-C<sub>5</sub> Ist, 2 Me Leu), 0.84 y 0.85 (9H, s, tBu, diast. A y B), 1.32-1.36 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist), 1.49 (3H, d, J=7.5 Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip, diast. A), 1.33 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip, diast. B), 1.38-1.62 (3H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Leu, C<sub>9</sub>H Leu), 1.42 y 1.44 (9H, s, tBu, diast. A y B), 1.51-1.77 (1H, m, C<sub>5</sub>H Ist), 1.88-2.37 (m, 3H, C<sub>9</sub>H<sub>2</sub> Pro, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.17-2.33 (2H, m, C<sub>5</sub>H Hip, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.47-2.74 (2H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> Ist), 3.34-3.72 (1H, m, C<sub>4</sub>H Ist, C<sub>2</sub>H Hip, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro, diast. A y B), 3.72-3.82 (1H, m, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro, diast. B), 3.99-4.40 (1H, m, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro, diast. A), 4.93-4.16 (1H, m, C<sub>3</sub>H Ist), 4.49 (1H, d, J=10.5 Hz, NH Ist, diast. B), 4.54-4.59 (1H, m, C<sub>6</sub>H Pro, diast. B), 4.63-4.70 (2H, m, C<sub>6</sub>H Leu del diast. B, C<sub>6</sub>H Pro del diast. A), 4.75 (1H, d, J=4.5 Hz, C<sub>4</sub>H Hip, diast. A), 4.77-4.81 (1H, m, C<sub>6</sub>H Leu, diast. A), 4.95-5.19 (2H, m, benc.), 5.22 (1H, d, J=5 Hz, C<sub>4</sub>H Hip, diast. B), 5.32 (1H, d, J=10.5 Hz, NH Ist, diast. A), 6.38 (1H, d, J=11 Hz, NH Ist, diast. A), 6.71 (1H, d, J=7.5

Hz, NH Leu, diast. A), 6.76 (1H, d, J=8.5 Hz, NH Leu, diast. B), 8.60 (1H, d, J=9.5 Hz, NH Leu, diast. A);  $^{13}\text{C}$ -RMN (75 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  -5.05 y -4.49 (2  $\text{CH}_3$ , Me-Si), 11.83 y 12.03 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_6$  Ist), 13.01 y 13.51 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Ist), 13.83 y 14.08 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_2$  Hip), 16.92 y 17.10 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip), 17.85 (C, tBu-Si), 19.14 y 19.65 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip) 21.57 y 22.09 ( $\text{CH}_3$ , Me Leu), 22.96 y 23.28 ( $\text{CH}_3$ , me Leu), 24.36 y 24.60 (CH,  $\text{C}_9$  Leu), 24.85 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_9$  Pro), 25.73 (3  $\text{CH}_3$ , tBu-Si), 26.97 y 27.33 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Ist), 28.35 y 28.46 (3  $\text{CH}_3$ , tBu), 28.93 y 29.09 (CH,  $\text{C}_5$  Hip), 29.65 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Pro), 34.12 y 34.16 (CH,  $\text{C}_5$  Ist), 40.45 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_2$  Ist, 1 diast.), 40.85 y 41.18 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Leu), 42.20 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_2$  Ist, 1 diast), 46.74 y 46.16 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_4$  Pro), 47.99 (CH,  $\text{C}_2$  Hip, 1 diast.), 48.34 y 48.90 (CH,  $\text{C}_6$  Leu); 49.42 (CH,  $\text{C}_2$  Hip, 1 diast.), 57.62 (CH,  $\text{C}_4$  Ist, 1 diast), 58.81 y 58.96 (CH,  $\text{C}_6$  Pro), 60.46 (CH,  $\text{C}_4$  Ist, 1 diast), 66.62 y 66.88 ( $\text{CH}_2$ , benc.), 68.18 y 69.69 (CH,  $\text{C}_3$  Ist), 78.98 (CH,  $\text{C}_4$  Hip, 1 diast.), 79.24 y 79.84 (C, tBu), 82.95 (CH,  $\text{C}_4$  Hip, 1 diast.), 128.08-128.49 (CH, CAr), 135.48 y 135.61 (C, CAr), 155.85 y 158.27 (CO, BOC), 157.44 (CO, Bzl), 168.40 y 169.07 (CO, ester), 170.65 y 170.86 (CO), 171.42 y 171.79 (CO), 203.09 y 205.97 (CO);  $m/z$  (FAB) 846.6 [(M+H)<sup>+</sup>, 5%], 746.6 [(M- $\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2$ +H)<sup>+</sup>, 72%]; HPLC tr 26 y 25 min en una columna nucleosil C18 ( $\phi$ =10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B. (A:  $\text{H}_2\text{O}$ +0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

#### H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl

Boc-Ist(TBDMS)-Hip-Leu-Pro-OBzl (141.2 mg, 0.167 mmol) se disolvió en dioxano (1 ml); se le añadió una solución de HCl en dioxano (5.7 N) a temperatura ambiente. A las 3 h 30 min se eliminó el disolvente a presión reducida. Después de varias coevaporaciones con  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  y éter se obtuvo H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl (105 mg, 99%) en forma de un sólido blanco que se utilizó en la siguiente etapa sin purificar. HPLC tr 153 y 15.7 min en una columna nucleosil C18 ( $\phi$ = 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10% B hasta 100% B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100% B. (A:  $\text{H}_2\text{O}$ +0.045% TFA, B: MeCN+0.036% TFA), flujo= 1 ml/min, detección=220 nm;  $m/z$  (FAB) 632.6 (M<sup>+</sup>, 100%).

#### Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl

Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]-OH (119 mg, 0.217 mmol), HBTU (83 mg, 0.217 mmol) y HOBT (30 mg, 0.217 mmol) se disolvieron en THF anhidro (1.2 ml) bajo atmósfera de  $\text{N}_2$  a una temperatura de -15°C y seguidamente se le añadió DIEA (37 ml, 0.217 mmol). Después de 2 minutos se le añadió H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl (0.167 mmol) disuelto en THF (2 ml) y se añadió gota a gota DIEA (57 ml, 0.334 mmol) en 15 minutos. La temperatura del sistema se mantuvo entre -10°C y -5°C durante 4 h 30 min. Se eliminó el disolvente, se volvió a disolver en AcOEt (30 ml) y se hicieron sucesivos lavados de la fase orgánica con soluciones de 5%  $\text{KHSO}_4$ , 5%  $\text{NaHCO}_3$  y NaCl saturado. Después se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente obteniéndose un crudo (329 mg) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 1:1) aislándose la mezcla diastereoisomérica de Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl (159 mg, 82%) en forma de un sólido blanco. Rf 0.29 y 0.1 (AcOEt-hexano, 1:1); IR (film,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (max 3450-3260, 2961, 2927, 2893, 1744, 1688, 1638, 1514, 1454, 1368, 1304, 1248, 1171, 1067, 1036  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  0.74-0.9 (18H, md, 2 Me- $\text{C}_5$  Hip, Me- $\text{C}_5$  Ist, Me- $\text{C}_6$  Ist, 2 Me Leu), 1.05-1.15 y 1.18-1.20 (2H, m,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Ist), 1.23 y 1.25 (3H, d, J=7 Hz y J=7 Hz, Me- $\text{C}_6$  Thr), 1.29 y 1.29 (3H, d, J=7 Hz y J=7 Hz, Me- $\text{C}_2$  Hip), 1.42 (9H, s, tBu, diast. A), 1.45 (9H, s, tBu, diast. B), 1.50-1.66 (3H, m,  $\text{C}_9\text{H}$  Leu,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Leu), 1.89-2.02 (4H, m,  $\text{C}_5\text{H}$  Ist, 1 H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Pro,  $\text{C}_9\text{H}_2$  Pro), 2.17-2.25 (2H, m, 1 H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Pro,  $\text{C}_5\text{H}$  Hip), 2.37-2.42 (1H, m,  $\text{C}_2\text{H}_2$  Ist), 2.81 y 2.88 (3H, Nme Tyr, isómeros rotacionales del diast. A), 2.91 y 2.95 (3H, NMe Tyr, isómeros rotacionales del diast. B), 2.84-2.93 (2H, m, 1 H de  $\text{C}_2\text{H}_2$  Ist, 1 H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Tyr), 3.17-3.25 (1H, m, 1 H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Tyr), 3.53-3.59 (1H, m,  $\text{C}_4\text{H}_2$  Pro), 3.75 (3H, s, OMe), 3.88-3.98 (4H, m, 1 H  $\text{C}_4\text{H}_2$  Pro,  $\text{C}_3\text{H}$  Ist,  $\text{C}_2\text{H}$  Hip,  $\text{C}_4\text{H}$  Ist), 4.49 y 4.51 (1H, d, J=3 Hz y J=3 Hz,  $\text{C}_6\text{H}$  Thr), 4.53-4.57 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Pro), 4.68-4.72 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Leu), 4.96-4.99 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Tyr), 5.02-5.33 (4H, m, 2  $\text{CH}_2$  benc.), 5.02 (1H, d, J=3 Hz,  $\text{C}_4\text{H}$  Hip, diast. A), 5.23 (1H, d, J=3 Hz,  $\text{C}_4\text{H}$  Hip, diast. B), 5.26-5.33 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Thr), 5.47 (1H, d, J=9.5 Hz), 6.74 y 7.00 (4H, CArH Tyr orto y meta al OMe respectivamente, sistema AB, diastereoisómero B), 6.77 y 7.08 (4H, CArH Tyr orto y meta al OMe respectivamente, sistema AB, diastereoisómero A), 7.17 y 7.21 (1H, d, J=7.5 Hz y J=9.5 Hz, NH Ist), 7.23-7.36 (10H, m, CArH), 7.75 (1H, d, J=8 Hz, NH Leu, diast. A), 7.79 (1H, d, J=8 Hz, NH Leu, diast. B);  $^{13}\text{C}$ -RMN (75 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  11.95 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_6$  Ist), 13.27 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Ist), 15.16 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_2$  Hip), 16.47 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip), 17.33 ( $\text{CH}_3$ , Me Thr), 18.79 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip), 21.28 ( $\text{CH}_3$ , Me Leu), 23.65 ( $\text{CH}_3$ , Me Leu), 24.65 (CH,  $\text{C}_9$  Leu), 24.72 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_9$  Pro), 27.09 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Ist), 28.08 (3  $\text{CH}_3$ , tBu), 28.93 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Pro), 31.20 (CH,  $\text{C}_5$  Hip), 31.32 ( $\text{CH}_3$ , Nme), 33.62 (CH,  $\text{C}_5$  Ist), 33.98 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Tyr), 38.38 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_2$  Ist), 41.01 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6$  Leu), 47.12 ( $\text{CH}_2$ , Cd Pro), 49.38 (2 CH,  $\text{C}_2$  Hip, Ca Leu), 54.96 (CH,  $\text{C}_4$  Ist), 55.17 ( $\text{CH}_3$ , OMe), 57.89 (CH, Ca Thr), 58.83 (CH,  $\text{C}_6$  Pro), 60.01 y 60.16 (CH,  $\text{C}_6$  Tyr), 67.18 (CH y  $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_3$  Ist, 2  $\text{CH}_2$  benc.), 71.05 y 71.32

(CH, C<sub>6</sub> Thr), 80.34 (C, tBU), 81.24 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 113.89 (2 CH, CArH Tyr *orto* al OMe), 127.51-128.59 (10CH, CAr), 129.69 i 129.77 (2 CH, CArH Tyr *meta* al OMe), 135.52 y 136.77 (2 C, CAr), 156.93 (2 CO), 158.27 (CO), 169.87 (CO), 170.62 (CO); 171.15 (CO), 171.85 (CO), 172.39 (CO), 204.88 (CO); *m/z* (FAB), 1180 [(M+Na)<sup>+</sup>, 100 %], 1158 [(M+H)<sup>+</sup>, 8 %], 1058 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>+H)<sup>+</sup>, 19 %]; HPLC tr 21 y 22 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo=1 ml/min, detección=220 nm.

*Boc-Thr[H-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro-OH*

10 Boc-Thr[Z-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl (45 mg, 39.12 mmol) se añadió a una suspensión de 10 % Pd-C (39 mg, 86 % en peso) en THF (1.7 ml) bajo atmósfera de N<sub>2</sub>, se cambió el N<sub>2</sub> por H<sub>2</sub> y se purgó el sistema. El sistema se mantuvo 2 h 45 min con fuerte agitación magnética. Después se filtró sobre celite lavando varias veces con THF. Se eliminó el disolvente y se obtuvo BOC-Thr[H-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro-OH (37 mg, 99 %) en forma de aceite. <sup>1</sup>H-RMN (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.79-1.08 (18H, md, 2 Me Leu, 2 Me Ist, 2 Me-C<sub>5</sub> Hip), 1.80-1.38 (3H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist, C<sub>5</sub>H Ist), 1.26 (3H, sa, Me Thr), 1.29 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip), 1.50-1.66 (3H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Leu, C<sub>9</sub>H Leu), 1.84-1.94 (1H, m, C<sub>5</sub>H Ist), 1.90-2.28 y 2.35-2.50 (4H, 2m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>9</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.30-2.35 (1H, m, C<sub>5</sub>H Hip), 2.44-3.18 (4H, mm, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 2.60 (3H, NMe, Tyr), 3.53-3.61 (1H, m, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.77 (3H, OMe), 3.88-4.07 (4H, 4m, 1H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>3</sub>H Ist, C<sub>2</sub>H Hip, C<sub>4</sub>H Ist), 4.12-4.72 (4H, 4m, C<sub>6</sub>H Thr, C<sub>6</sub>H Pro, C<sub>6</sub>H Leu, C<sub>6</sub>H Tyr), 5.18-5.24 (1H, m, C<sub>6</sub>H Thr), 5.24 (1H, sa, C<sub>4</sub>H Hip), 6.84 (2H, d, J=8 Hz, CArH Tyr *orto* al OMe), 7.08 (2H, d, J=8 Hz, CArH Tyr *meta* al OMe), 7.13 y 7.18 (1H, 2d, J=8 Hz, NH Thr, 2 diast.), 7.62-7.68 (1H, NH Leu); *m/z* (FAB) 972.7 [(M+K)<sup>+</sup>, 33 %], 934.9 [(M)<sup>+</sup>, 88 %]. HPLC tr 14.7, 15.2 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

*Ciclo-BOC-Thr[N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro*

30 Boc-Thr[H-N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-OH (36 mg, 39.12 mmol) se disolvió en THF (34 ml) y a 0°C se le añadió HATU (18.2 mg, 46.94 mmol), HOAt (6.5 mg, 47.73 mmol) y DIEA (13.3 ml, 78.24 mmol). Se dejó que el sistema llegara a temperatura ambiente y a las 17 h de reacción se eliminó el disolvente. Se volvió a disolver en AcOEt (10 ml) y se hicieron sucesivos lavados con soluciones de 5 % KHSO<sub>4</sub>, 5 % NaHCO<sub>3</sub> y NaCl saturado; se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente obteniéndose un crudo (49 mg) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 1:1), aislando ciclo-Boc-Thr[N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-(4S)-Hip-Leu (27 mg, 76 %) en forma de aceite que posteriormente solidificó. P f 164-168°C; [α]<sub>D</sub> -209.4 (c 0.32, CHCl<sub>3</sub>); Rf 0.21 (AcOEt-hexano, 1:1); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3343 (ancho), 2961, 2927, 2893, 1734, 1640, 1514, 1454, 1368, 1302, 1248, 1167, 1018 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 0.8 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip), 0.85 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>5</sub> Hip), 0.87 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>5</sub> Ist), 0.89-0.93 (9H, md, 2 Me Leu, Me-C<sub>6</sub> Ist), 1.10-1.20 (1H, m, C<sub>5</sub>H Ist), 1.20 (3H, d, J=6 Hz, me Thr), 1.30 (3H, d, J=7 Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip), 1.36-1.44 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist), 1.44 (9H, s, tBU), 1.48-1.72 (2H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Leu), 1.72-1.78 (1H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 1.83-1.88 (1H, m, C<sub>9</sub>H Leu), 2.01-2.17 (3H, 2m, 1 H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro, C<sub>9</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.27-2.29 (1H, m, C<sub>5</sub>H Hip), 2.47-2.53 (1H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> Ist), 2.53 (3H, s, NMe), 2.93 (1H, sa, OH), 3.14-3.19 (2H, m, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> Ist, 1H C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 3.34-3.37 (1H, dd, J=15 Hz, J=4 Hz, 1H C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 3.54-3.56 (1H, dd, J=10.5 Hz, J=4 Hz, C<sub>6</sub>H Tyr), 3.58-3.63 (1H, m, 1 H C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.68-3.72 (1H, m, 1 H C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.78 (3H, s, OMe), 3.94-3.98 (1H, m, C<sub>3</sub>H Ist), 3.98 (1H, q, J=7.5 Hz, C<sub>2</sub>H Hip), 4.07-4.11 (1H, 3d, J=4 Hz, C<sub>4</sub>H Ist), 4.57-4.61 (2H, m, C<sub>6</sub>H Thr, C<sub>6</sub>H Pro), 4.77-4.81 (1H, m, C<sub>6</sub>H Leu), 4.97-4.98 (1H, qa, J=3.5 Hz, C<sub>6</sub>H Thr), 5.02 (1H, d, J=10.5 Hz), 5.18 (1H, d, J=4 Hz, C<sub>4</sub>H Hip), 6.81 (2H, d, J=8.5 Hz, CArH Tyr *orto* al OMe), 7.05 (2H, d, J=8.5 Hz, CArH Tyr *meta* al OMe), 7.19 (1H, d, J=10 Hz, NH Ist), 7.64 (1H, d, J=10 Hz, NH Leu); <sup>13</sup>C-RMN (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 11.56 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub> Ist), 14.68 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Ist), 14.97 (CH<sub>3</sub>, Me Thr), 15.27 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>2</sub> Hip), 16.61 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 18.45 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 20.64 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 23.50 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 24.71 (CH, C<sub>9</sub> Leu), 24.78 (CH<sub>2</sub>, C<sub>9</sub> Pro), 26.92 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Pro), 27.73 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Ist), 27.94 (3 CH<sub>3</sub>, tBU), 31.55 (CH, C<sub>5</sub> Hip), 33.94 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Tyr), 33.94 (CH, C<sub>5</sub> Ist), 38.27 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> Ist), 38.52 (CH<sub>3</sub>, NMe Tyr), 40.64 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Leu), 46.86 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Pro), 49.54 (CH, C<sub>2</sub> Hip), 49.65 (CH, C<sub>6</sub> Leu), 55.16 (CH<sub>3</sub>, OMe), 55.19 (CH, C<sub>4</sub> Ist), 55.84 (CH, C<sub>6</sub> Thr), 57.12 (CH, C<sub>6</sub> Pro), 65.96 (CH, C<sub>6</sub> Tyr), 67.30 (CH, C<sub>3</sub> Ist), 71.00 (CH, C<sub>6</sub> Tyr), 80.27 (C, tBU), 81.41 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 114.02 (2 CH, CArH Tyr *orto* al OMe), 130.22 (2 CH, CArH Tyr *meta* al OMe), 158.53 (2 C, CAr Tyr), 168.30 (CO), 169.31 (CO), 170.12 (CO), 170.29 (CO), 171.20 (CO), 172.38 (CO), 204.51 (CO); *m/z* (FAB) 938.6 [(M+Na)<sup>+</sup>, 12 %], 916.2 [(M+H)<sup>+</sup>, 31 %], 816.8 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>+H)<sup>+</sup>, 68 %]; HPLC tr 20.4 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

*Ciclo-H-Thr[N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu Pro. HCl*

El macrociclo ciclo-BOC-Thr(N(Me)-O(Me)-Tyr(Ist-Hip-Leu-Pro (9 mg, 9.93 mmol) se disolvió en dioxano (50 ml) y posteriormente se trató con 5.7 N HCl-dioxano (700 ml) a temperatura ambiente. Después de 1 h se eliminó el disolvente a presión reducida y se hicieron coevaporaciones con CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> y éter anhidro. Se obtuvo ciclo-H-Thr[N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu. HCl (8.5 mg, 99%). HPLC tr 15.0 min en una columna nucleosil C18 ( $\phi$ = 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B. (A: H<sub>2</sub>O+ 0.045 % TFA, B: MeCN+ 0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm,  $m/z$  (FAB) 8.38.3 [(M+Na)<sup>+</sup>, 28 %], 8.16.3 [(M+H)<sup>+</sup>, 100 %], 7.98.3 [(M-H<sub>2</sub>O+H)<sup>+</sup>, 36 %].

*BOC-didemnina A*

En un microreactor se disolvieron Boc-(R)-N(Me)-Leu-OH (6 mg, 24.82 mmol), BOP (12 mg, 27.31 mmol) y HOBt (4 mg, 27.31 mmol) en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> anhidro (65 ml) a 0°C y se añadió DIEA (4.2 ml, 24.82 mmol). A continuación se añadió ciclo-H-Thr[N(Me)-O(Me)-Tyr]Ist-Hip-Leu-Pro. HCl (9 mg, 9.93 mmol) disuelto en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> anh. (120 ml) y se dejó que el sistema llegara a temperatura ambiente. Después de 40 minutos se evaporó el CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> y el residuo se volvió a disolver en AcOEt (5 ml), se hicieron sucesivos lavados con 5 % KHSO<sub>4</sub>, 5 % NaHSO<sub>4</sub> y NaCl saturado, se secó con MgSO<sub>4</sub> y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo (19 mg) que se purificó por cromatografía líquida sobre sílica (AcOEt-hexano, 1:1) y se aisló Boc-didemnina A (9.5 Mg, 92%) en forma de aceite que posteriormente solidificó.  $\alpha_D$  121-124°C; Rf 0.16 (AcOEt-hexano, 1:1);  $[\alpha]_D$  -84.19 (c 0.37, CHCl<sub>3</sub>); IR (film, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (max 3338 (ancho), 2959, 2930, 2875, 1734, 1667, 1640, 1539, 1514, 1454, 1389, 1368, 1321, 1248, 1157, 1076 cm<sup>-1</sup>); <sup>1</sup>H-RMN (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  0.82-0.92 (24H, md, 2 Me Hip, 2 Me Ist, 2 Me Leu, 2 Me MeLeu), 1.11-1.19 (1H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist), 1.22 (3H, d, J=6 Hz, Me Thr), 1.32 (3H, d, J=6.5 Hz, Me-C<sub>2</sub> Hip), 1.30-1.35 (1H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Ist), 1.35-1.63 (6H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Leu, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> MeLeu, C<sub>9</sub>H MeLeu, C<sub>9</sub>H MeLeu), 1.71-1.81 (2H, m, C<sub>5</sub>H Ist, 1 H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 1.93-2.07 (1H, m, C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.07-2.18 (2H, m, C<sub>9</sub>H<sub>2</sub> Pro), 2.28-2.34 (1H, m, C<sub>5</sub>H Hip), 2.49-2.52 (1H, dd, J=10.5 Hz, J=11 Hz, 1 H de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> Ist), 2.54 (3H, s, NMe Tyr), 2.72 y 2.79 (3H, sa, NMe MeLeu, isómeros rotacionales), 2.86-2.94 (1H, sa, OH), 2.72-2.79 (1H, da, J=10.5 Hz, 1 H de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> Ist), 3.15-3.18 (1H, dd, J=14.5 Hz, J=10.5 Hz, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 3.33-3.36 (1H, dd, J=14.5 Hz, J=4.5 Hz, 1H de C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> Tyr), 3.54-3.57 (1H, dd, J=10.5 Hz, J=4.5 Hz, C<sub>6</sub>H Tyr), 3.56-3.61 (1H, m, 1 H de C<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Pro), 3.78 (3H, s, OMe), 3.96-4.00 (1H, m, C<sub>3</sub>H Ist), 4.03-4.08 (1H, m, C<sub>4</sub>H Ist), 4.11-4.80 (1H, sa, C<sub>2</sub>H Hip), 4.56-4.62 (1H, m, C<sub>6</sub>H Pro), 4.68-4.81 (3H, m, C<sub>6</sub>H Thr, C<sub>6</sub>H MeLeu, C<sub>6</sub>H Leu), 4.99-5.01 (1H, qa, J=3.5 Hz, C<sub>6</sub>H Thr), 5.16 (1H, sa, C<sub>4</sub>H Hip), 6.83 (2H, d, J=8.5 Hz, C<sub>6</sub>H Tyr *orto* al OMe), 6.95 (1H, sa, NH Thr), 7.07 (2H, d, J=8.5 Hz, C<sub>6</sub>H Tyr *meta* al OMe), 7.2-7.25 (1H, sa, NH Ist), 7.95 (1H, sa, NH Leu); <sup>13</sup>C-RMN (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  11.55 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>6</sub> Ist), 14.95 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Ist), 15.26 (2 CH<sub>3</sub>, Me Thr, Me-C<sub>2</sub> Hip), 16.82 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 18.56 (CH<sub>3</sub>, Me-C<sub>5</sub> Hip), 20.89 (CH<sub>3</sub>, me Leu), 22.00 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 23.08 (CH<sub>3</sub>, Me MeLeu), 23.76 (CH<sub>3</sub>, Me MeLeu), 24.58 (CH, C<sub>9</sub>H Leu), 24.85 (CH, C<sub>9</sub>H MeLeu), 25.10 (CH<sub>2</sub>, C<sub>9</sub> Pro), 27.12 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Pro), 29.35 (3 CH<sub>3</sub>, tBu), 29.35 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Ist), 29.65 y 29.69 (CH<sub>3</sub>, NMe MeLeu, isómeros rotacionales), 31.36 (CH C<sub>5</sub> Hip), 33.96 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Tyr), 34.14 (CH, C<sub>5</sub> Ist), 38.51 (CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> Ist) 38.64 (CH<sub>3</sub>, NMe Tyr), 40.14 (2 CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Leu, C<sub>6</sub> MeLeu), 55.38 (CH, C<sub>6</sub> Thr), 55.56 (CH, C<sub>4</sub> Ist), 57.31 (CH, C<sub>6</sub> Pro), 66.17 (CH, C<sub>6</sub> Tyr), 67.85 (CH, C<sub>3</sub> Ist), 70.58 (CH, C<sub>6</sub> Thr), 80.96 y 80.98 (C, tBu, isómeros rotacionales), 81.57 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 114.12 (2 CH, C<sub>6</sub>H Tyr *orto* al OMe), 130.33 (2 CH, C<sub>6</sub>H Tyr *meta* al OMe), 158.63 (CO), 168.41 (CO), 169.33 (CO), 169.70 (CO), 170.38 (CO), 171.24 (CO), 172.28 (CO), 172.28 (CO), 172.93 (CO), 204.83 (CO);  $m/z$  (FAB) 1065.8 [(M+Na)<sup>+</sup>, 31 %], 1043.8 [(M+H)<sup>+</sup>, 100 %], 943.7 [(M-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>+H)<sup>+</sup>, 84 %]; HPLC tr 21.2 min en una columna nucleosil C18 ( $\phi$ = 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B. (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección=220 nm.

*Didemnina A.HCl.*

Boc-didemnina A (4 mg, 3.88 mmol) se disolvió en dioxano (50 ml) y posteriormente se trató con 6N HCl en dioxano durante 30 minutos. Se eliminó el disolvente a presión reducida y se hicieron varias coevaporaciones con CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> y después con éter anhidro hasta obtener didemnina A.HCl como un sólido blanco (3.9 mg, 99%). HPLC tr 17.4 min en una columna nucleosil C18 ( $\phi$ = 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B. (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm,  $m/z$  (ES) 9:14 (M<sup>+</sup>, 100 %).

*Pir-Pro-OBzl*

Pro-OBzl.HCl (6.26 g, 0.0259 mmol) se disolvió en  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (14 ml), se enfrió a  $0^\circ\text{C}$  y se le añadió DIEA (4.4 ml, 0.0259 mmol). Después de 5 minutos, a  $0^\circ\text{C}$  se añadió ácido pirúvico (1.58 ml, 0.0216 mmol), DCC (5.35 g, 0.0259 mmol), HOBt (3.27 g, 0.0238 mmol) y DIEA (3.67 ml, 0.0216 mmol). Después de 32 horas a temperatura ambiente, el crudo se filtró en frío y se eliminó el disolvente. El residuo se volvió a disolver en AcOEt, se lavó con soluciones de 5 %  $\text{KHSO}_4$ , 5 %  $\text{NaHCO}_3$  y NaCl saturado, se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. Se obtuvo un crudo que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 3:7) aislándose Pir-Pro-OBzl (2.04 g, 36 %). Rf 0.32 (AcOEt-hexano, 3:7);  $[\alpha]_D -66.8^\circ$  (c 0.144,  $\text{CHCl}_3$ ); IR (film,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (max 3035, 2956, 2884, 1744, 1717, 1645, 1499, 1443, 1383, 1352, 1273, 1175, 1092  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 1.75-2.40 (4H, m,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Pro,  $\text{C}_9\text{H}_2$  Pro), 2.37 y 3.44 (3H, s, Me Pir, isómeros rotacionales), 3.45-3.82 (2H,  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro), 4.52-4.61 y 4.88-4.97 (1H, dd,  $\text{C}_a\text{H}$  Pro, isómeros rotacionales), 5.14-5.15 y 5.17-5.20 (2H, dd, benc, isómeros rotacionales), 7.34 y 7.36 (5H, ar, isómeros rotacionales);  $^{13}\text{C}$ -RMN (50 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 22.11 y 25.22 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_g$  Pro), 26.5 y 27.10 ( $\text{CH}_3$ , Me Pir), 28.53 y 31.48 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_b$  Pro), 47.53 y 44.81 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_d$  Pro), 59.76 ( $\text{CH}$ ,  $\text{C}_a$  Pro), 67.02 y 67.31 ( $\text{CH}_2$ , benc.) 128.11-128.64 (5CH, CAr), 135.24 (C, CAr), 170.1 y 170.2 (CO), 198 (CO);  $m/z$  298 [(M+Na) $^+$ , 19 %], 276 [(M+H) $^+$ , 100 %].

*Pir-Pro-OH*

Pir-Pro-OBzl (174 mg, 0.632 mmol) se disolvió en THF (2 ml) y se añadió a una suspensión de 10 % Pd-C (50 %  $\text{H}_2\text{O}$ ) (105 mg, 60 % en peso) en THF (2 ml) bajo  $\text{N}_2$ . Se cambió la atmósfera inerte por  $\text{H}_2$  y se purgó el sistema. Después de 3 h a temperatura ambiente, se filtró sobre celite y se eliminó el disolvente, obteniéndose un crudo (120 mg) que se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt-hexano, 6:4) aislándose Pir-Pro-OH (85 mg, 72 %) en forma de sólido blanco;  $[\alpha]_D -112^\circ$  (c 0.12,  $\text{CHCl}_3$ ); IR (film,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) (max 3450-3000, 2961-2870, 1719, 1643, 1615, 1452, 1354, 1205, 1175, 1094, 1018  $\text{cm}^{-1}$ );  $^1\text{H}$ -RMN (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 1.85-2.45 (4H, m,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Pro,  $\text{C}_9\text{H}_2$  Pro), 2.43 y 2.47 (3H, s, Me Pir), 3.42-3.85 (2H, m,  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro), 4.52-4.61 y 4.88-4.97 (1H, dd,  $\text{C}_a\text{H}$  Pro), 7.21-7.40 (1H, sa, COOH);  $^{13}\text{C}$ -RMN (75 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 22.031 y 25.23 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_g$  Pro), 26.48 y 27.00 ( $\text{CH}_3$ , Pir), 28.23 y 31.44 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_b$  Pro), 47.57 y 48.37 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_d$  Pro), 59.61 y 59.395 ( $\text{CH}$ ,  $\text{C}_a$  Pro), 162.47 y 162.52 (CO), 175.04 y 176.29 (CO), 197.18 (CO);  $m/z$  (IQ) 220 [(M+Cl) $^-$ , 7 %], 203 [(M+NH $_4$ ) $^+$ , 100 %], 186 [(M+H) $^+$ , 16 %].

*Dehidrodidemnina B*

En un microreactor se introdujo didemnina A. HCl (8 mg, 8.53 mmol), el sistema se enfrió a  $-5^\circ\text{C}$  y bajo atmósfera inerte se le añadió: Pir-Pro-OH (6 mg, 34.7 mmol) en  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  anhidro (35 ml), PyBroP (16 mg, 34.7 mmol) en  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (40 ml), DIEA (8.7 ml, 51.2 mmol). La temperatura del sistema se dejó subir lentamente hasta temperatura ambiente y después de 4 horas se eliminó el  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Se volvió a disolver en AcOEt (10 ml) y se lavó con soluciones de 5 %  $\text{KHSO}_4$ , 5 %  $\text{NaHCO}_3$  y NaCl saturado, se secó con  $\text{MgSO}_4$  y se eliminó el disolvente. El crudo (20 mg) que se obtuvo se purificó por cromatografía sobre sílica (AcOEt: $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 1:1) y se aisló dehidrodidemnina B (6 mg, 62 %) en forma de aceite que posteriormente solidificó. p f 141-145 $^\circ\text{C}$ ; Rf 0.40 y 0.28 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ :AcOEt, 2:3), 0.52 y 0.45 ( $\text{CHCl}_3$ :MeOH, 9.5:0.5);  $^1\text{H}$ -RMN (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 0.84-0.93 (24H, md, 2 Me MeLeu, 2 Me Leu, 2 Me Hip, 2 me Ist), 1.16-1.70 (9H, mm,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Ist,  $\text{C}_6\text{H}_2$  Leu,  $\text{C}_9\text{H}_2$  Leu,  $\text{C}_6\text{H}_2$  MeLeu,  $\text{C}_5\text{H}$  Ist,  $\text{C}_9\text{H}$  MeLeu), 1.72-1.81 (1H, m, 1H de  $\text{C}_6\text{H}_2\text{Pro}^2$ ), 1.81-1.90 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}_2\text{Pro}$ ), 1.90-2.24 (6H, mm, 1H de  $\text{C}_6\text{H}_2\text{Pro}$ ,  $\text{C}_9\text{H}_2\text{Pro}$ ,  $\text{C}_9\text{H}_2\text{Pro}^2$ , 1H de  $\text{C}_6\text{H}_2\text{Pro}^2$ ), 2.30-2.39 (1H, m,  $\text{C}_5\text{H}$  Hip), 2.49 y 2.51 (3H, Me Pir, isómeros conformacionales), 2.55 (3H, Nme Tyr), 2.52-2.64 (1H, m, 1H de  $\text{C}_2\text{H}_2$  Ist), 2.85 y 2.94 (1H, sa, OH, isómeros conf), 3.09 y 3.13 (3H, s, NMe MeLeu, isómeros conf), 3.15-3.18 (1H, m, 1H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Tyr), 3.21-3.26 (1H, dd, J=16 Hz, J=6 Hz, 1H  $\text{C}_2\text{H}_2$  Ist), 3.32-3.36 (1H, dd, J=14.5 Hz, J=4 Hz, 1H de  $\text{C}_6\text{H}_2$  Tyr), 3.54-3.60 (1H, m, 1H de  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro), 3.66-3.72 (1H, m, 1H de  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro), 3.78 (3H, s, OMe), 3.80-3.87 (1H, m, 1H de  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro $^2$ ), 3.96-3.99 (1H, m, 1H de  $\text{C}_d\text{H}_2$  Pro $^2$ ), 4.03-4.11 (2H, m,  $\text{C}_4\text{H}$  Ist,  $\text{C}_3\text{H}$  Ist), 4.15-4.23 (1H, 2q, J=7.5 Hz,  $\text{C}_2\text{H}$  Hip, isómeros conf), 4.55-4.57 (1H, 2d, J=5.5 Hz, J=2 Hz, C(H) Thr, 1 conformer), 4.59-4.62 (1H, ta,  $\text{C}_a\text{H}$  Pro), 4.56-4.64 (1H, dd, J=6.5 Hz, J=2.5 Hz,  $\text{C}_a\text{H}$  Thr 1 conformer), 4.68-4.71 (1H, ta,  $\text{C}_a\text{H}$  Pro $^2$ ), 4.76-4.81 (1H, ta,  $\text{C}_a\text{H}$  Leu 2 conformers), 5.10-5.18 (1H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Thr 1 conformer), 5.17 y 5.18 (1H, d, J=3.5 Hz,  $\text{C}_4\text{H}$  Hip 2 conformers), 5.27-5.31 (2H, m,  $\text{C}_6\text{H}$  Thr 1 conformer,  $\text{C}_a\text{H}$  MeLeu 1 conformer), 6.82 y 6.83 (2H, d, J=8.5 Hz, CArH Tyr orto al OMe, 2 conformers), 7.05 y 7.06 (2H, d, J=8.5 Hz, CArH Tyr meta al OMe, 2 conformers), 7.02 (1H, d, J=7 Hz, NH Thr 1 conformer), 7.16 y 7.17 (1H, d, J=9.5 Hz, NH Ist, 2 conformers), 7.59 (1H, d, J=5.5 Hz, NH Thr 1 conformer) 7.77 (1H, d, J=9.5 Hz, NH Leu, 1 conformer), 7.83 (1H, d, J=9 Hz, NH Leu, 1 conformer);  $^{13}\text{C}$  (75 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 11.63 y 11.68 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_6$  Ist), 14.11 y 14.70 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Ist), 15.26 y 15.30 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_2$  Hip), 16.00 y 16.20 ( $\text{CH}_3$ , Me Thr), 16.88 y 16.93 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip), 18.62 y 18.85 ( $\text{CH}_3$ , Me- $\text{C}_5$  Hip), 20.89

# ES 2 102 322 A1

y 20.94 (CH<sub>3</sub>, Me MeLeu), 21.62 y 21.36 (CH<sub>3</sub>, Me MeLeu), 23.44 y 23.57 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 23.84 y 23.93 (CH<sub>3</sub>, Me Leu), 24.66 y 24.77 (CH, C<sub>9</sub> Leu), 24.85 y 25.02 (CH<sub>2</sub>, C<sub>9</sub> Pro) 26.22 y 26.34 (CH<sub>2</sub>, C<sub>9</sub> Pro<sup>2</sup>), 27.09 y 27.6 (CH<sub>3</sub>, Pir), 27.06 y 27.30 (CH, C<sub>9</sub> MeLeu), 27.95 y 27.99 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Pro C<sub>6</sub> Pro<sup>2</sup>), 29.33 y 29.69 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Ist), 31.31-31.37 (CH<sub>3</sub>, CH, NMe MeLeu, C<sub>5</sub> Hip), 33.97-34.06 (CH<sub>2</sub> CH, C<sub>6</sub> Tyr, C<sub>5</sub> Ist), 36.02 y 36.45 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> MeLeu), 38.68-38.76 (CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub> Ist, NMe Tyr), 41.01-41.15 (CH<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> Leu), 47.00 (CH<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> Pro), 48.42 y 48.48 (CH<sub>2</sub>, Cd Pro<sup>2</sup>), 48.86 (CH, C<sub>6</sub> Tyr), 49.20-49.51 (2 CH, C<sub>6</sub> Hip, C<sub>6</sub> Leu), 54.65 y 54.75 (CH, C<sub>6</sub> MeLeu), 55.26 (CH<sub>3</sub> OMe), 55.58 y 55.61 (CH, C<sub>4</sub> Ist), 57.14 y 57.27 (2 CH, C<sub>6</sub> Pro, C<sub>6</sub>H Pro<sup>2</sup>), 57.47 y 57.79 (CH, C<sub>6</sub> Thr), 66.24 y 33.39 (CH, C<sub>6</sub> Tyr), 67.80 y 67.99 (CH, C<sub>3</sub> Ist), 70.34 y 70.67 (CH, C<sub>6</sub> Thr), 81.0 y 81.52 (CH, C<sub>4</sub> Hip), 114.10 (2 CH, CArH Tyr orto al OMe), 130.31 (2 CH, CArH Tyr meta al OMe), 156.0 (2 C, CAr Tyr), 158.65 (CO), 161.1 y 161.60 (CO), 168.20 (CO), 169.53 y 169.59 (CO), 170.452 (CO), 171.25 (CO), 171.80 (CO), 171.95 (CO), 172.26 y 172.33 (CO), 197.5 (CO), 204.80 y 204.85 (CO); m/z (FAB) 1132.6 [(M+Na)<sup>+</sup>, 42%], 1110.8 [(M+H)<sup>+</sup>, 100%]; HPLC tr 19.0 y 19.8 min en una columna nucleosil C18 (φ= 10 m) (fase reversa) haciendo un gradiente lineal de 10 % B hasta 100 % B en 20 min seguido de 10 min de elución isocrática al 100 % B, (A: H<sub>2</sub>O+0.045 % TFA, B: MeCN+0.036 % TFA), flujo= 1 ml/min, detección= 220 nm.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

# REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de preparación de didemnina A, **caracterizado** porque comprende:

a) someter a acoplamiento las unidades

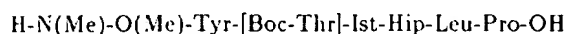


y



en presencia de HBTU y DIEA, para producir Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-[Boc-Thr]-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl;

b) desproteger simultáneamente los extremos N- y C- terminal del producto de la etapa anterior mediante hidrogenólisis, para producir:



c) ciclar el producto de la etapa anterior utilizando el acoplante HBTU en presencia de HOBT y DIEA, para producir el correspondiente producto macrocíclico con el N-terminal de la Thr protegido;

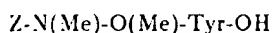
d) desproteger el grupo amino de la Thr por tratamiento con ácido trifluoracético y acoplar el macróido obtenido con



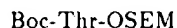
para producir la Boc-didemnina A;

e) someter la Boc-didemnina A obtenida en la etapa anterior a reacción con ácido trifluoracético, para producir la didemnina A.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad Z-N(Me)-O(Me)-Tyr-O-[Boc-Thr]-OH se sintetiza a partir de



y

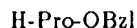


que se acoplan por esterificación en presencia de DCC para obtener un didepsipéptido, el cual se trata con ácido fluorhídrico acuoso para producir la mencionada unidad.

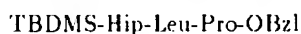
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad H-Ist-Hip-Leu-Pro-OBzl.HCl se sintetiza a partir de



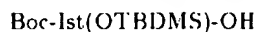
y



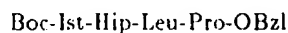
que se acoplan con DCC y HOBT para producir Boc-Leu-Pro-OBzl, que tras desprotección con ácido trifluoracético y acoplamiento con TBDMS-Hip-OH en presencia de HBTU, HOBT y DIEA proporciona



el cual por tratamiento con fluoruro de tetrabutilamonio y posterior esterificación con



en presencia de DCC, produce



que finalmente por tratamiento con clorhídrico en dioxano da lugar a la unidad deseada.





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

⑪ ES 2 102 322

⑫ N.º solicitud: 9501411

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 13.07.95

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.º: C07K 11/00

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO-9300362-A (BASF A.G.) 17.06.92	
A	WO-9104985-A (PHARMA MAR S.A.) 18.04.91	
<b>Categoría de los documentos citados</b> X: de particular relevancia Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría A: refleja el estado de la técnica O: referido a divulgación no escrita P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud		
El presente informe ha sido realizado <input checked="" type="checkbox"/> para todas las reivindicaciones <input type="checkbox"/> para las reivindicaciones nº:		
Fecha de realización del informe 30.05.97	Examinador M. Novoa Sanjurjo	Página 1/1